CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES CON TRAUMA RAQUIMEDULAR DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO AERÓBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR

JESSICA ANDREA BELLO CAPOTE
DAVID ELIECER LOPEZ SALAMANCA
MARYSOL VALENCIA BUITRAGO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACION HUMANA
PROGRAMA ACADÉMICO DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI
2012

CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES CON TRAUMA RAQUIMEDULAR DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO AERÓBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR

JESSICA ANDREA BELLO CAPOTE
DAVID ELIECER LOPEZ SALAMANCA
MARYSOL VALENCIA BUITRAGO

Trabajo de grado para optar a título de Fisioterapeuta

Directoras
GLORIA PATRICIA ARANGO
Fisioterapeuta
NASLY LORENA HERNÁNDEZ
Fisioterapeuta

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACION HUMANA
PROGRAMA ACADÉMICO DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI
2012

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____

Firma del presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Santiago de Cali, 12 de junio de 2012

Le dedico este logro en primera instancia a Dios, por mi vida y las bendiciones que de él recibo cada día; a mis padres Gustavo y María Consuelo y mi hermano Gustavo Adolfo, quienes han contribuido incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos brindándome su apoyo permanente con gran amor y un espíritu alentador, a mis abuelos y a todos mis familiares, especialmente Lucelly, Ignacio y Ubiely, quienes me abrieron las puertas de su casa y han contribuido en mi crecimiento como profesional y ante todo como ser humano.

Marysol Valencia Buitrago

A Dios por el milagro de la vida, a mis padres Pedro y Ana y mi hermano Carlos por el amor incondicional; a Diana por ser novia, amiga, confidente y apoyo fundamental; a mis familiares, especialmente a Lourdes y Eusebio por la confianza otorgada y en general a todos los que de una u otra forma aportaron en mi construcción profesional y personal, a todos infinitas gracias.

David Eliecer López Salamanca

Dedico este logro a Dios por guiarme y fortalecerme cada día y a mi bella madre, Noralba Capote, por su gran amor, su apoyo en cada etapa de mi vida y el constante esfuerzo para brindarme la mejor educación.

Jessica Andrea Bello Capote

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud principalmente esta dirigida a Dios Todopoderoso por la vida, a nuestras familias y amigos por el apoyo constante, a nuestras asesoras por la guía que nos brindaron, al Centro de Rehabilitación por abrirnos sus puertas, a los pacientes por su voluntad de participar en este proceso, a nuestros compañeros por las vivencias inolvidables, a los evaluadores por su sentido crítico y sugerencias para mejorar y en general, al Programa Académico de Fisioterapia, la Escuela de Rehabilitación Humana y La Universidad del Valle por contribuir en nuestro proceso de formación profesional y facilitar el desarrollo de investigaciones que van en pro de mejorar la practica clínica de la fisioterapia.

"El agradecimiento es la memoria del corazón."
Lao-tse

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 18

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 20

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 20

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 22

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA 22

2. JUSTIFICACIÓN 23

3. OBJETIVOS 25

3.1 OBJETIVO GENERAL 25

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 25

4. MARCO TEÓRICO 26

4.1 TRAUMA RAQUIMEDULAR 26

4.1.1 Fisiopatología del trauma raquimedular 26

4.1.2 Cambios físicos posteriores al trauma raquimedular 28

4.2 CAPACIDAD AEROBICA 30

4.2.1 Ejercicio aeróbico 32

4.2.2 Valoración de la capacidad aeróbica: medición de consumo de oxigeno máximo 32

4.2.3 Prescripción del ejercicio aeróbico 35

4.3 FUERZA MUSCULAR 35

4.3.1 Valoración de la fuerza muscular 37

4.3.2 Prescripción del ejercicio de fuerza – resistencia muscular 38

4.4 EJERCICIO AEROBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR ADAPTADO PARA PACIENTES CON TRM 40

4.5 CALIDAD DE VIDA 48

4.5.1 Calidad de vida población con trauma raquimedular 50

4.5.2 Relación entre el ejercicio físico y la calidad de vida de los individuos con trauma raquimedular 50

4.5.3 Herramientas de medición de calidad de vida 54

5. METODOLOGÍA. 59

5.1 DISEÑO O TIPO DE ESTUDIO 59

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA 60

5.3 VARIABLES DE MEDICIÓN 61

5.4 ASPECTOS ETICOS 63

5.5 MATERIALES E INSTRUMENTOS 64

5.6 PROCEDIMIENTOS 66

6. RESULTADOS 74

6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS 74

6.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS 74

6.3 CASO 1 75

6.3.1 Características sociodemográficas 75

6.3.2 Características clínicas 75

6.3.3 Cambios en la calidad de vida 76

6.3.4 Cambios en la capacidad aeróbica 76

6.3.5 Cambios en la fuerza muscular 78

6.4 CASO 2 88

6.4.1 Características sociodemográficas 88

6.4.2 Características clínicas 88

6.4.3 Cambios en la calidad de vida 88

6.4.4 Cambios en la capacidad aeróbica 89

6.4.5 Cambios en la fuerza muscular 91

6.5 CASO 3 99

6.5.1 Características sociodemográficas 99

6.5.2 Características clínicas 99

6.5.3 Cambios en la calidad de vida 100

6.5.4 Cambios en la capacidad aeróbica 100

6.5.5 Cambios en la fuerza muscular 102

6.6 CASO 4 112

6.6.1 Características sociodemográficas 112

6.6.2 Características clínicas 112

6.6.3 Cambios en la calidad de vida 113

6.6.4 Cambios en la capacidad aeróbica 113

6.6.5 Cambios en la fuerza muscular 115

7. DISCUSIÓN 126

7.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 126

7.2 DISCUSIÓN DE METODOLOGÍA 134

7.3 UTILIDAD DEL ESTUDIO 139

8 RECOMENDACIONES 141

9 CONCLUSIONES 142

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Variables del estudio 61

Tabla 2. Características sociodemográficas de los sujetos al inicio del estudio 74

Tabla 3. Características clínicas de los sujetos al inicio del estudio 74

Tabla 4. Diferencia de medias entre los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable del Caso 1. 86

Tabla 5. Diferencia de medias entre los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable del Caso 3. 111

Tabla 6. Diferencia de medias entre los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable del Caso 4. 124

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1 FLUJOGRAMA 71

Gráfica 2 PUNTUACIÓN TOTAL DE LA ENCUESTA SF36v2 - Caso 1 76

Gráfica 3 DISTANCIA RECORRIDA EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 1 77

Gráfica 4 VO2 MÁXIMO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 1 77

Gráfica 5 ESTADO FÍSICO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 1 78

Gráfica 6 RM - DELTOIDES ANTERIOR DERECHO -Caso 1 79

Gráfica 7 RM - DELTOIDES ANTERIOR IZQUIERDO -Caso 1 79

Gráfica 8 RM - DELTOIDES POSTERIOR DERECHO -Caso 1 79

Gráfica 9 RM - DELTOIDES POSTERIOR IZQUIERDO - Caso 1 79

Gráfica 10 RM - DELTOIDES MEDIO DERECHO -Caso 1 80

Gráfica 11 RM -DELTOIDES MEDIO IZQUIERDO -Caso 1 80

Gráfica 12 RM -BÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 1 80

Gráfica 13 RM - BÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO -Caso 1 80

Gráfica 14 RM -BRAQUIORRADIAL DERECHO - Caso 1 81

Gráfica 15 RM - BRAQUIORRADIAL IZQUIERDO - Caso 1 81

Gráfica 16 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 1 81

Gráfica 17 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO - Caso 1 81

Gráfica 18 RM - ROTADORES EXTERNOS DERECHOS - Caso 1 82

Gráfica 19 RM - ROTADORES EXTERNOS IZQUIERDOS - Caso 1 82

Gráfica 20 RM - ROTADORES INTERNOS DERECHOS - Caso 1 83

Gráfica 21 RM - ROTADORES INTERNOS IZQUIERDOS - Caso 1 83

Gráfica 22 RM - TRAPECIO SUPERIOR - Caso 1 83

Gráfica 23 RM - TRAPECIO MEDIO - Caso 1 84

Gráfica 24 RM - TRAPECIO INFERIOR -Caso 1 84

Gráfica 25 RM - SERRATO ANTERIOR - Caso 1 85

Gráfica 26 RM - PECTORALES - Caso 1 85

Gráfica 27 RM - ROMBOIDEOS - Caso 1 86

Gráfica 28 PUNTUACIÓN TOTAL DE LA ENCUESTA SF36v2 - Caso 2 89

Gráfica 29 DISTANCIA RECORRIDA EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 2 90

Gráfica 30 VO2 MÁXIMO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 2 90

Gráfica 31 ESTADO FÍSICO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 2 91

Gráfica 32 RM - DELTOIDES ANTERIOR DERECHO -Caso 2 92

Gráfica 33 RM - DELTOIDES ANTERIOR IZQUIERDO -Caso 2 92

Gráfica 34 RM - DELTOIDES POSTERIOR DERECHO -Caso 2 92

Gráfica 35 RM - DELTOIDES POSTERIOR IZQUIERDO - Caso 2 92

Gráfica 36 RM - DELTOIDES MEDIO DERECHO -Caso 2 93

Gráfica 37 RM -DELTOIDES MEDIO IZQUIERDO -Caso 2 93

Gráfica 38 RM -BÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 2 93

Gráfica 39 RM - BÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO -Caso 2 93

Gráfica 40 RM -BRAQUIORRADIAL DERECHO - Caso 2 94

Gráfica 41 RM - BRAQUIORRADIAL IZQUIERDO - Caso 2 94

Gráfica 42 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 2 94

Gráfica 43 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO - Caso 2 94

Gráfica 44 RM - ROTADORES EXTERNOS DERECHOS - Caso 2 95

Gráfica 45 RM - ROTADORES EXTERNOS IZQUIERDOS - Caso 2 95

Gráfica 46 RM - ROTADORES INTERNOS DERECHOS - Caso 2 95

Gráfica 47 RM - ROTADORES INTERNOS IZQUIERDOS - Caso 2 95

Gráfica 48 RM - TRAPECIO SUPERIOR - Caso 2 96

Gráfica 49 RM - TRAPECIO MEDIO - Caso 2 96

Gráfica 50 RM - TRAPECIO INFERIOR -Caso 2 97

Gráfica 51 RM - SERRATO ANTERIOR - Caso 2 97

Gráfica 52 RM - PECTORALES - Caso 2 98

Gráfica 53 RM - ROMBOIDEOS - Caso 2 98

Gráfica 54 PUNTUACIÓN TOTAL DE LA ENCUESTA SF36v2- Caso 3 100

Gráfica 55 DISTANCIA RECORRIDA EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 3 101

Gráfica 56 VO2 MÁXIMO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 3 101

Gráfica 57 ESTADO FÍSICO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 3 102

Gráfica 58 RM - DELTOIDES ANTERIOR DERECHO -Caso 3 103

Gráfica 59 RM - DELTOIDES ANTERIOR IZQUIERDO -Caso 3 103

Gráfica 60 RM - DELTOIDES POSTERIOR DERECHO -Caso 3 103

Gráfica 61 RM - DELTOIDES POSTERIOR IZQUIERDO - Caso 3 103

Gráfica 62 RM - DELTOIDES MEDIO DERECHO -Caso 3 104

Gráfica 63 RM -DELTOIDES MEDIO IZQUIERDO -Caso 3 104

Gráfica 64 RM -BÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 3 104

Gráfica 65 RM - BÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO -Caso 3 104

Gráfica 66 RM -BRAQUIORRADIAL DERECHO - Caso 3 105

Gráfica 67 RM - BRAQUIORRADIAL IZQUIERDO - Caso 3 105

Gráfica 68 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 3 106

Gráfica 69 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO - Caso 3 106

Gráfica 70 RM - ROTADORES EXTERNOS DERECHOS - Caso 3 106

Gráfica 71 RM - ROTADORES EXTERNOS IZQUIERDOS - Caso 3 106

Gráfica 72 RM - ROTADORES INTERNOS DERECHOS - Caso 3 107

Gráfica 73 RM - ROTADORES INTERNOS IZQUIERDOS - Caso 3 107

Gráfica 74 RM - TRAPECIO SUPERIOR - Caso 3 108

Gráfica 75 RM - TRAPECIO MEDIO - Caso 3 108

Gráfica 76 RM - TRAPECIO INFERIOR -Caso 3 109

Gráfica 77 RM - SERRATO ANTERIOR - Caso 3 109

Gráfica 78 RM - PECTORALES - Caso 3 110

Gráfica 79 RM - ROMBOIDEOS - Caso 3 110

Gráfica 80 PUNTUACIÓN TOTAL DE LA ENCUESTA SF36v2 - Caso 4 113

Gráfica 81 DISTANCIA RECORRIDA EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 4 114

Gráfica 82 VO2 MÁXIMO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 4 114

Gráfica 83 ESTADO FÍSICO ESTIMADO EN LA PRUEBA DE PROPULSIÓN DE SILLA DE RUEDAS DURANTE 12 MINUTOS - Caso 4 115

Gráfica 84 RM - DELTOIDES ANTERIOR DERECHO -Caso 4 116

Gráfica 85 RM - DELTOIDES ANTERIOR IZQUIERDO -Caso 4 116

Gráfica 86 RM - DELTOIDES POSTERIOR DERECHO -Caso 4 116

Gráfica 87 RM - DELTOIDES POSTERIOR IZQUIERDO - Caso 4 116

Gráfica 88 RM - DELTOIDES MEDIO DERECHO -Caso 4 117

Gráfica 89 RM -DELTOIDES MEDIO IZQUIERDO -Caso 4 117

Gráfica 90 RM -BÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 4 117

Gráfica 91 RM - BÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO -Caso 4 117

Gráfica 92 RM -BRAQUIORRADIAL DERECHO - Caso 4 118

Gráfica 93 RM - BRAQUIORRADIAL IZQUIERDO - Caso 4 118

Gráfica 94 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL DERECHO - Caso 4 119

Gráfica 95 RM - TRÍCEPS BRAQUIAL IZQUIERDO - Caso 4 119

Gráfica 96 RM - ROTADORES EXTERNOS DERECHOS - Caso 4 119

Gráfica 97 RM - ROTADORES EXTERNOS IZQUIERDOS - Caso 4 119

Gráfica 98 RM - ROTADORES INTERNOS DERECHOS - Caso 4 120

Gráfica 99 RM - ROTADORES INTERNOS IZQUIERDOS - Caso 4 120

Gráfica 100 RM - TRAPECIO SUPERIOR - Caso 4 121

Gráfica 101 RM - TRAPECIO MEDIO - Caso 4 121

Gráfica 102 RM - TRAPECIO INFERIOR -Caso 4 122

Gráfica 103 RM - SERRATO ANTERIOR - Caso 4 122

Gráfica 104 RM - PECTORALES - Caso 4 123

Gráfica 105 RM - ROMBOIDEOS - Caso 4 123

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. CONSENTIMIENTO INFORMADO 151

ANEXO B. FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE HISTORIAS CLÍNICAS 156

ANEXO C. ENCUESTA DE CALIDAD DE VIDA 158

ANEXO D. ESCALA DE BORG 164

ANEXO E. ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA 165

ANEXO F. FORMATO DE EVALUACIÓN DE CAPACIDAD AERÓBICA 167

ANEXO G. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE RM 168

ANEXO H. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR USUARIAS DE SILLA DE RUEDAS 170

ANEXO I. PROTOCOLO DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA MÁXIMA (RM) EN LESIÓN MEDULAR (PARAPLEJIA) PROTOCOLO DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA MÁXIMA (RM) EN LESIÓN MEDULAR (PARAPLEJIA) 176

ANEXO J. PLANIFICACIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO 194

ANEXO K. RESULTADOS DEL PROTOCOLO 212

ANEXO L. CRONOGRAMA 232

ANEXO M. PRESUPUESTO 233

ANEXO N. ACTA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA 235

0. INTRODUCCIÓN

El proceso degenerativo de la vida sedentaria en la población sin lesión medular ha sido ampliamente reportado, para las personas con trauma raquimedular estos procesos parecen ser aún más extensos y de un efecto sin igual por la mayoría de comorbilidades que pueden tener. Los bajos niveles de actividad física en la población con trauma raquimedular los colocan en el extremo inferior de un "espectro epidemiológico", en términos de actividad física y riesgo para la salud[1], además, la falta de capacidad física para realizar tareas específicas de la vida diaria puede ser un grave obstáculo a la autonomía y puede conducir a una pérdida de independencia. Estos factores finalmente generan deterioro en la calidad de vida entendida como "la percepción subjetiva que tiene el individuo, influenciada por el estado de salud actual, de la capacidad para realizar aquellas actividades importantes para él"[2].

Existe evidencia de que en las personas con trauma raquimedular se puede mejorar la capacidad física (es decir la función combinada de sus músculos y los sistemas respiratorio y cardiovascular) y con ello contribuir al alcance de los principales objetivos de la rehabilitación que son mejorar la independencia funcional y la calidad de vida[3]. La realización de actividad física genera beneficios que incluyen una función cardíaca más eficaz y mejoría en las respuestas metabólicas, cardiovasculares, pulmonares y del sistema músculo esquelético durante el ejercicio[1]; razón por la cual es importante facilitar a las personas con trauma raquimedular la realización de este, obteniendo mejores resultados si se realiza con una combinación adecuada de duración, intensidad y frecuencia.[4]

En este estudio se realizó prescripción de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular adaptado, es decir, se planificó teniendo en cuenta las características propias de la lesión medular, principalmente la alteración del sistema nervioso autónomo y la perdida extensa del control voluntario de los músculos, y las características de cada individuo, este tipo de ejercicio permite incrementar la capacidad de trabajo que se observa principalmente en el consumo de oxigeno máximo y la mejoría de las propiedades fisiológicas y mecánicas de los miembros superiores[5].

Por otro lado la calidad de vida se ha convertido en una medida de resultado fundamental en el área clínica y de investigación en salud, particularmente en la monitorización de la salud de la población con trauma raquimedular debido a que se ha logrado la prolongación de su expectativa de vida con los avances médicos[6, 7, 8, 9], por esto es importante que la efectividad de las intervenciones desarrolladas sean medidas a través de los resultados en la calidad de vida.

Hay varios estudios que muestran los beneficios del ejercicio a nivel físico en las personas con lesión medular, pero según el metanalisis de Martin Ginis y cols. 2010 existen pocos estudios de tipo experimental que determinen si existe asociación entre la actividad física y el bienestar subjetivo en personas con lesión medular[10]. En esta investigación se midió la calidad de vida relacionada con la salud con la encuesta SF-36, una herramienta de enfoque objetivo, ampliamente usada, con propiedades psicométricas adecuadas para población general y con lesión medular y validada transculturalmente en Colombia.

En este orden de ideas el objetivo del presente trabajo de investigación es identificar cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali después de la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular.

La investigación se desarrolló con un diseño de sujeto único, el cual es cuasi-experimental e involucra la introducción secuencial o modificación de una intervención para determinar los efectos en uno o más resultados de las variables, a través de mediciones repetidas[11].

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El traumatismo Raquimedular (TRM) incluye todas las lesiones traumáticas o no que afectan las diferentes estructuras de la columna vertebral a cualquiera de sus niveles y ocasiona una disfunción sensoriomotora[12].

El impacto sobre el estado de salud de la persona posterior a la lesión medular es muy profundo debido a la restricción que tiene en la participación en actividad física por la deficiencia neurológica producto de la lesión; dependiendo del nivel y severidad de la misma se puede anticipar la declinación de muchos sistemas corporales. El nivel de inactividad física y el desacondicionamiento impuesto por la lesión contrasta con el estado anterior, pues la mayoría son jóvenes y activos[13].

En Cali no se encuentra información epidemiológica sobre el trauma raquimedular (TRM) pues no es considerado un problema de salud pública, como si lo son los acontecimientos que lo generan, por ejemplo accidentes de tránsito, violencia u otros.

Actualmente la rehabilitación clínica busca el logro de metas funcionales que contribuyan a la independencia, participación y calidad de vida del sujeto. La necesidad de un entrenamiento que mejore al máximo la condición física se justifica porque después de la lesión medular las actividades diarias exigen mayor esfuerzo físico a la parte superior del cuerpo que no está preparada, además las secuelas del evento como poca masa muscular activa y alteración del sistema nervioso autónomo hacen que la optimización de la capacidad física sea muy importante en el proceso de rehabilitación.[14]

Se han reportado numerosos efectos positivos del entrenamiento de la capacidad aeróbica y la resistencia muscular en los pacientes con trauma Raquimedular, entre los cuales están: aumento del VO_2máx, mejoría en la función cardiorrespiratoria, cardiovascular, pulmonar, metabólica, biomecánica, ósea, etc.; todos estos beneficios contribuyen al buen estado de salud general[13].

Sin embargo, no se ha documentado objetivamente cómo el ejercicio aeróbico y de resistencia muscular así como la consiguiente mejora del VO_2máx y la fuerza muscular se asocia con la independencia funcional y la calidad de vida relacionada

con la salud, aspectos que son el objetivo final de cualquier intervención terapéutica. Saber los beneficios de ejercicio aeróbico y la manera adecuada de aplicarlo en el paciente con lesión medular permitirá incrementar su implementación en los programas de rehabilitación.

En Colombia existe escasa investigación acerca del ejercicio en las personas con trauma raquimedular, durante la búsqueda bibliográfica se encontró sólo un estudio publicado en el año 2011, realizado por Herrera Popo Alexis y Moreno Ñañez Aura Isabel, estudiantes de educación física de la Universidad del Valle, el propósito fue caracterizar el aspecto morfológico, funcional y motor de una población sedentaria, con paraplejia adquirida por trauma raquimedular, argumentando que las personas con discapacidad, especialmente las personas con lesión medular, requerían un estilo de vida activo físicamente para prevenir complicaciones y enfermedades cardiovasculares y además mejorar el estado físico para un buen desempeño funcional. Esta investigación hace énfasis en la necesidad de profundizar acerca de los parámetros de ejercicio físico adaptado para personas con lesión medular.[15]

Lo anterior lleva a la pregunta de esta investigación: ¿Cuáles son los cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular?

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los cambios en la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con Trauma Raquimedular después de la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular**?**

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ✓ ¿Cuáles son las características de los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali?

- ✓ ¿Cuáles son los cambios que se presentan en la calidad de vida relacionada con la salud tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM?

- ✓ ¿Cuáles son los cambios que se presentan en la capacidad aeróbica tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM?

- ➢ ¿Cuáles son los cambios en la fuerza muscular tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM?

2. JUSTIFICACIÓN

Después de la lesión medular se altera el funcionamiento de múltiples sistemas corporales como el nervioso, cardiovascular, respiratorio, musculoesquelético y genitourinario, además se produce un profundo desacondicionamiento adquirido por la falta de actividad física, pues las personas afectadas encuentran limitada su participación en esta debido a la condición de parálisis muscular y alteración del sistema nervioso autónomo que puede restringir el ejercicio voluntario o por la falta de acceso a equipos y programas de ejercicio adaptados. El desacondicionamiento físico es un factor que contribuye a las complicaciones observadas en las personas con lesión medular como: la acelerada enfermedad cardiovascular, resistencia a la insulina, osteopenia, obesidad visceral, disfunción del sistema inmune, alteraciones de la masa y morfología muscular y un acelerado envejecimiento.[13]

Se han evidenciado los beneficios del ejercicio físico en personas con lesión medular como reducción del dolor, fatiga, debilidad, prevención de alteraciones músculo-esqueléticas, cardiovasculares y el déficit incipiente neurológico que acompaña al envejecimiento del paciente con discapacidad[12], por eso el ejercicio terapéutico o recreacional debe ser recomendado como un estilo de vida en personas con lesión medular y debe ser prescrito prudentemente para reducir los riesgos relacionados a este y así garantizar la satisfacción del buen estado de salud y el desarrollo adecuado de las actividades de la vida diaria (AVD) que constituyen un reto para las personas con lesión medular.[13]

Dependiendo del nivel y la severidad de la lesión, las personas con lesiones medulares pueden ser completamente independientes o necesitar asistencia total en las actividades de la vida diaria[16], esta pérdida de la función se relaciona con la disminución de la calidad de vida; sin embargo las intervenciones en rehabilitación buscan la recuperación de la función a través de técnicas compensatorias y equipamiento que disminuyen el uso de todos sus músculos llevando al desuso continuo. Algunos estudios han encontrado que las personas con lesión medular que reciben este tratamiento aun poseen niveles de calidad de vida muy bajos respecto a las personas sin lesión y aunque la actividad física es un factor que promueve la recuperación no es observada en las personas con lesión medular dado las diversas limitaciones que encuentran para realizarlo.[13]

Puesto que el ejercicio aeróbico trae beneficios para la salud de la persona con lesión medular en sus diferentes sistemas corporales[13,17,1]y además previene el desarrollo de complicaciones comunes, es importante documentar su efectividad y saber si estas mejoras influyen positivamente en la calidad de vida para justificar

la necesidad de su aplicación en la intervención fisioterapéutica. Estudios previos concluyen que es importante profundizar sobre los efectos a largo plazo de este tipo de ejercicio y que sería interesante conocer el impacto que tiene sobre las actividades de la vida diaria y por ende en la calidad de vida de los sujetos con lesión medular.[13, 18]

A nivel clínico este estudio hace un gran aporte con la búsqueda y desarrollo de conocimientos relacionados con la valoración de la condición física, de la calidad de vida y la prescripción de ejercicio físico para personas con lesión medular, pues actualmente los profesionales del área de rehabilitación se han centrado en el logro de metas funcionales, por lo cual existe una falta de conocimiento en dichas áreas que constituye una barrera para que las personas con trauma raquimedular realicen ejercicio físico.

Esta investigación también tiene impacto a nivel social pues contribuye a la mejoría de los procesos de rehabilitación de las personas con lesión medular al promover el uso del ejercicio físico como herramienta esencial de tratamiento y la valoración de la calidad de vida como parte fundamental de los resultados de dichos procesos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la población con TRM que asiste a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali

- Describir cambios en la calidad de vida relacionada con la salud de la persona con trauma raquimedular tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM.

- Describir cambios en la capacidad aeróbica tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM.

- Describir cambios en la fuerza muscular tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en personas con TRM.

4. MARCO TEÓRICO

Para abordar el tema del entrenamiento aeróbico en las personas con trauma raquimedular se hace necesario en primer lugar definir algunos conceptos relacionados ya que a partir de la lesión el individuo va a sufrir una serie de transformaciones en su vida en los niveles físico, psicológico, social, entre otros, que van a determinar su independencia funcional y su calidad de vida.

4.1 TRAUMA RAQUIMEDULAR

"El traumatismo raquimedular incluye todas aquellas lesiones de origen traumático que pueden afectar, conjunta o aisladamente, las diferentes estructuras (óseas, ligamentosas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radiculares y, por supuesto, medulares) de la columna vertebral en cualquiera de sus niveles"[19]. Se puede dar como consecuencia de un traumatismo, lo que es más frecuente, o por una condición de salud. Traumatismos tales como accidentes de tránsito, accidentes industriales, accidentes deportivos o agresiones violentas, y condiciones de salud como, malformaciones vasculares, artritis reumatoidea, neoplasias y otras enfermedades.[20]

Los mecanismos más comunes de lesión por traumatismo son: flexión, hiperextensión, compresión, flexión-rotación, distracción y cizallamiento, los dos últimos son los menos frecuentes; a menudo se dan en combinación y pueden causar fractura o luxación de columna vertebral. La intensidad y combinación de estos mecanismos se relaciona con el tipo, localización y extensión de la lesión de tejido blando.[20]

Existen zonas más vulnerables debido a sus características biomecánicas por ejemplo la alta movilidad y menor estabilidad, como son el área lumbar y cervical, las áreas de lesión más frecuentes están entre C5 a C7 y T12 a L2.[20]

4.1.1 Fisiopatología del TRM

La fisiopatología del trauma raquimedular comprende procesos primarios y secundarios, los últimos comprometen las estructuras que permanecían indemnes a la lesión inicial, por lo tanto las intervenciones terapéuticas tempranas buscan atenuar estos procesos secundarios.

Lesión primaria: es la lesión del tejido blando como resultado del trauma mecánico inicial, hay daño principalmente de la sustancia gris, pues la sustancia blanca periférica tiende a conservarse. Se desarrollan hemorragias, edema y se altera el flujo sanguíneo de la medula espinal con disminución de la perfusión tisular, lo cual produce infartos locales, todo esto ocasiona muerte celular y pérdida de la transmisión nerviosa. Se crea así una zona de penumbra donde las neuronas pueden ser rescatadas dependiendo del tiempo de isquemia.[21, 22]

Lesión secundaria: ocurre por la hipoxia y reducción del flujo sanguíneo que llevan a isquemia tisular. La reducción del flujo sanguíneo es consecuencia de la caída de presión de perfusión por el aumento de la presión hidrostática a causa del edema y hemorragias, la reducción del diámetro del canal medular debido a desalineación, hernias discales o desarrollo de hematomas y edema y la caída de la presión arterial media por efecto del choque neurogénico, que se puede definir como la perfusión tisular inadecuada causada por la parálisis severa de la aferencia vasomotora y se caracteriza por bradicardia, hipotensión y compromiso del gasto cardiaco, si no es controlado a tiempo puede incrementar el daño neuronal. [21, 22]

Los daños de los vasos sanguíneos que irrigan la médula espinal se dan principalmente en la microcirculación del foco de lesión, que puede extenderse caudal o rostralmente en la médula espinal; las pequeñas áreas de hemorragia que produce pueden progresar a necrosis hemorrágica con el tiempo. Además del shock neurogénico, el vasoespasmo inducido por el traumatismo y el desarrollo de trombosis intravascular pueden acentuar la hipoperfusión tisular.[21]

Seguido de este periodo de hipoperfusión viene un estado de hiperemia o reperfusión, el cual puede aumentar el daño neuronal debido a la formación de radicales libres (superóxidos, óxido nítrico) y otros productos tóxicos, estos compuestos a su vez promueven la destrucción de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, afectando las membranas celulares, lo que lleva a mayor muerte celular. [21, 22]

Otros procesos involucrados en la lesión secundaria son la excitotoxicidad, causada por la excesiva acumulación del neurotransmisor glutamato, este proceso causa mayor daño y muerte neuronal por la alteración electrolítica y del calcio, el aumento en la concentración de calcio estimula la destrucción de componentes del SNC (Sistema Nervioso Central) como la unidad axón-mielina, membranas celulares y neurofilamentos, también contribuyen a la hipoperfusión, al desarrollo de la inflamación y a la formación de radicales libres debido a la peroxidación lipídica. El proceso inmunológico mediado por los leucocitos que liberan enzimas

líticas puede empeorar la lesión de las neuronas, la glía y los vasos sanguíneos, posteriormente ocurre el reclutamiento y la migración de macrófagos que fagocitan el tejido dañado. La respuesta inmunológica contribuye a la desmielinización de los axones sobrevivientes dentro de las primeras 24 horas después de la lesión primaria y este daño tiene un pico que puede durar varios días[21].

Finalmente, en la lesión medular la muerte celular puede ocurrir por 2 mecanismos, la necrosis y la apoptosis. La necrosis ocurre debido a los mecanismos descritos anteriormente, el desequilibrio electrolítico que ocasiona la excitotoxicidad produce la peroxidación lipídica de la membrana celular, proceso en el cual se da la lisis y digestión celular, lo cual ocasiona una respuesta inflamatoria que involucra células vecinas liberando sustancias destructivas. La apoptosis, contrario a la necrosis, es una muerte celular programada y fisiológica que se presenta como una respuesta regulada por estímulos específicos inductores de las células, se da sin un proceso inflamatorio o de liberación de tóxicos. Días o semanas después de la lesión medular puede darse un episodio de apoptosis que si hubiera sido posible controlar, habría una mayor supervivencia de personas.[23]

4.1.2 Cambios físicos posteriores al TRM

Es importante que los cambios físicos que ocurren después de la lesión medular se consideren cuando se planea y se implementa una intervención con ejercicio físico, pues debido a estos la respuesta al ejercicio en las personas con lesión medular es diferente a la encontrada en la población general. A continuación se describen los principales cambios físicos:

Alteraciones en la función y estructura cardiaca: en las personas con lesiones medulares cervicales (por encima de T1) se presenta una alteración circulatoria debida a la disfunción del sistema nervioso simpático que ocasiona hipotensión de reposo. Tener una presión arterial media baja constituye un reto al realizar cambios posturales y actividad física, además la reducción de la precarga cardiaca y el volumen de miocardio junto con hipotensión crónica causa atrofia del ventrículo izquierdo, lo cual dificulta más la capacidad de responder con un gasto cardiaco adecuado para regular la presión arterial. Las personas con lesiones medulares bajas (paraplejia) conservan una presión arterial, masa ventricular y gasto cardiaco normal, pero debido a la disminución del retorno venoso de los miembros inferiores ocasiona un gasto cardiaco con mayor frecuencia cardiaca y menos volumen sistólico en reposo.[13]

Función y estructura vascular periférica: En los miembros inferiores se da una gran disminución del volumen y velocidad de la circulación arterial, esta alteración es llamada hipocinesia circulatoria resultado de la perdida del control autonómico y de la disminución de la regulación de flujo sanguíneo local por el endotelio vascular. La hipocinesia circulatoria aumenta el riesgo de trombosis, otro factor contribuyente a este riesgo es una escasa respuesta fibrinolítica en los miembros inferiores.[13]

Alteraciones de la masa muscular y el tono muscular: en la persona con lesión medular se da un cambio de la estructura y las propiedades contráctiles del músculo. Estudios realizados demuestran que las fibras musculares que se encuentran por debajo del nivel de lesión son más pequeñas, contienen menos proteínas contráctiles, y tienen menores picos de fuerza que aquellas que están sobre el nivel de lesión; también se convierten en fibras rápidas, las cuales tienden a fatigarse más rápidamente.[13]

Por debajo del nivel de lesión los músculos también desarrollan atonía, hipotonía o hipertonía dependiendo de la lesión. La hipertonía se relaciona con lesión de motoneurona superior y se caracteriza por un aumento del reflejo de estiramiento; mientras que la hipotonía se relaciona con lesión de motoneurona inferior, incluyendo generalmente niveles inferiores a T10, hay una mayor atrofia muscular y ósea en la lesión de motoneurona inferior que en la de motoneurona superior.[13]

Función respiratoria: el grado de disfunción respiratoria esta relacionado con el nivel de lesión, función residual de los músculos respiratorios, traumas adicionales y estado anterior del sistema respiratorio. Niveles de lesión más altos provocan una mayor perdida de la función respiratoria pues involucran más músculos relacionados con la ventilación. La parálisis de los músculos intercostales ocasiona una disminución del volumen inspiratorio, si la lesión es muy alta puede involucrar también a los músculos accesorios que elevan las costillas, si los músculos abdominales e intercostales internos son afectados disminuye la efectividad de la tos y la expulsión de secreciones. Por esto la persona con lesión medular es más susceptible a enfermedades respiratorias como atelectasias, infecciones por retención de secreciones, entre otras.[20]

Disfunción de la vejiga y del intestino: Respecto a la disfunción de la vejiga, después de la lesión medular se pueden desarrollar dos tipos de condiciones: vejiga neurogénica espástica o vejiga neurogénica flácida, lo cual depende del sitio de lesión en relación con el cono medular, pues en este se desarrolla el control reflejo primario (S2, S3, S4). Por encima del cono medular se desarrolla una vejiga espástica, mientras que a nivel de este se desarrolla una vejiga

arrefléxica o flácida. [20] La vejiga espástica se vacía por mecanismo reflejo a cierto nivel de presión de llenado, puesto que el arco reflejo esta intacto, mientras que en la vejiga flácida o arrefléxica no está presente la acción refleja del músculo detrusor y esta puede ser vaciada incrementando la presión abdominal con la maniobra de Valsalva o compresión manual. De la misma manera hay dos tipos de intestino espástico o flácido dependiendo del nivel de lesión respecto al cono medular. [20]

Aumento en el riesgo de enfermedad cardiovascular: Estudios epidemiológicos han demostrado que la causa más frecuente de muerte entre personas sobrevivientes después de más de 30 años de la lesión y personas de más de 60 años son las enfermedades cardiovasculares. La enfermedad cardiovascular asintomática aparece en edades tempranas después de la lesión medular y puede tener síntomas enmascarados por la disfunción de las fibras sensoriales de dolor, que previenen de la isquemia, lo cual representa un gran riesgo; además se ha reportado un curso más rápido de la enfermedad cardiovascular en personas con lesión medular, a esto contribuyen la gran incidencia de factores como dislipidemia aterogenica, hiperinsulinemia y obesidad visceral, que han sido ampliamente reportados en estudios.[13]

Desacondicionamiento físico: Después de la lesión medular, las personas no mantienen un nivel suficiente de actividad física ya sea porque la parálisis muscular es tan extensa que impide el ejercicio voluntario o simplemente porque se adopta un estilo de vida sedentario. Se ha observado que las personas que aun conservan la función de sus miembros superiores se encuentran en condiciones solo un poco mejores que las personas con tetraplejia a pesar de que tienen más opciones para practicar ejercicio físico. Este desacondicionamiento físico trae como consecuencia enfermedades que se relacionan con envejecimiento rápido como: displipidemia, enfermedad vascular, insuficiencia arterial circulatoria, diabetes, enfermedades de los huesos y articulaciones y dolor músculo-esquelético y neuropatico.[13]

4.2 CAPACIDAD AEROBICA:

Existen diversas definiciones de capacidad aeróbica; por ejemplo López y Fernández la definen como la capacidad del organismo para mantener una determinada intensidad de ejercicio durante un tiempo determinado[24]; por su parte Vargas dice que la capacidad aeróbica es la magnitud del volumen de trabajo que se puede realizar por la vía metabólica aeróbica y depende de la cantidad de reservas energéticas celulares[25]. George y cols también aportan una definición según la cual la capacidad aeróbica es la capacidad del cuerpo para mantener un

ejercicio submáximo durante períodos prolongados de tiempo, o la capacidad del corazón y del sistema vascular para transportar cantidades adecuadas de oxígeno a los músculos que trabajan, permitiendo la realización de actividades que implican a grandes masas musculares[26]

La capacidad aeróbica se cuantifica en términos de consumo máximo de oxigeno (VO2max), y se refleja indirectamente en las facultades de una persona para realizar actividades y ejercicios aeróbicos[26]. El consumo máximo de oxigeno es la cantidad máxima de oxigeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo; existen varios factores determinantes del mismo los cuales son las características tisulares locales o la capacidad del músculo esquelético activo para extraer el oxigeno que llega a través de la sangre arterial, la capilarización, el predominio de fibras tipo I o tipo II, la masa mitocondrial, la actividad enzimática oxidativa y los mecanismos de ventilación y difusión de los gases respiratorios a nivel pulmonar[24].

Existe un debate entre los posibles mecanismos limitantes del VO2max; la controversia surge entre sí es el gasto cardiaco o la capacidad oxidativa de las mitocondrias el principal factor limitante. Lo que está claro es que en las situaciones en las cuales no se alcanza el gasto cardiaco máximo (por ejemplo, ejercicio con una sola extremidad), el factor limitante se encuentra a nivel periférico (masa mitocondrial, densidad capilar), mientras que en los ejercicios que provocan la máxima respuesta cardiovascular al ejercicio, el gasto cardiaco máximo es el principal factor limitante para el VO2max[24].

El VO2max es un parámetro indicador de la capacidad funcional de los individuos o de su potencia aeróbica. La variabilidad existente entre los diferentes sujetos es amplia y depende de diversos factores: Dotación genética, edad, composición corporal, sexo y grado de entrenamiento o acondicionamiento físico. Este último puede inducir aumentos sustanciales del VO2max; lo cual se observa a todos los niveles, llegando a experimentar importantes grados de mejora relativa desde los sujetos con discapacidades funcionales hasta los atletas de alto nivel[24].

El consumo máximo de oxígeno o potencia aeróbica, es uno de los determinantes mas importantes del rendimiento en actividades de resistencia; los sujetos con cifras elevadas de VO2max son capaces de producir más energía y de realizar más trabajo durante esfuerzos prolongados en los que la producción de energía es eminentemente de carácter aeróbico. Cuando se habla de resistencia aeróbica se refiere a la capacidad de resistencia a la fatiga durante actividades en las que la resíntesis de ATP se produce, fundamentalmente, por medio del metabolismo aeróbico. La mejora de la resistencia aeróbica permite retrasar la aparición de la

fatiga durante la realización de ejercicio continuo de larga duración pero también durante la realización de esfuerzos repetidos de alta intensidad[24].

4.2.1 Ejercicio Aeróbico

El ejercicio aeróbico se define como la capacidad de prolongar un esfuerzo sin disminución del rendimiento, aplazando la aparición de la fatiga mediante un proceso metabólico predominantemente aeróbico, utilizando mayormente fibras tipo I y que se caracteriza porque existe un equilibrio entre el oxigeno necesitado y el aportado[27].

El ejercicio aeróbico es también denominado de resistencia o simplemente resistencia, la cual es una de las capacidades físicas más importantes a trabajar en el campo de la salud. La resistencia está muy vinculada con la capacidad de resistir la fatiga que limita y/o afecta el rendimiento, por eso se considera que una persona tiene resistencia cuando no se fatiga fácilmente o es capaz de continuar el trabajo en estado de fatiga. [27]

4.2.2. Valoración de la capacidad aeróbica: medición de consumo de oxigeno máximo

El consumo de oxigeno máximo como parámetro indicador de la potencia aeróbica, permite valorar el estado o rendimiento cardiovascular del individuo, con el cual es posible iniciar una adecuada prescripción del ejercicio y evaluar objetivamente los resultados del mismo.

Esta valoración debe hacerse en condiciones reproducibles, en el caso de las personas con trauma raquimedular, se estandarizan factores como la silla de ruedas, acolchamiento, sujeción del tronco y posición del paciente. Existen tres formas principales de medir el consumo de oxigeno máximo.[28]

Pruebas de consumo máximo de oxigeno: miden la capacidad máxima de aporte de oxigeno desde los pulmones a las mitocondrias de los músculos que participan en el ejercicio, por lo que lo ideal es que se involucre la mayor masa muscular posible, es la prueba exacta. Se hace usualmente con ergómetros y con un sistema de análisis de gases siguiendo un protocolo de ejercicio incremental hasta llegar a la extenuación. Este método es de difícil aplicación en el medio por su complejidad.[28]

Pruebas de ejercicio submáximo: son usadas más frecuentemente, se realizan de manera similar al método anterior pero sin llegar a la extenuación, igualmente se controlan los gases espirados usando unidades portátiles de análisis de gases y/o el ritmo cardiaco. Se han realizado algunos protocolos de pruebas submáximas con ecuaciones para predecir el consumo de oxigeno máximo, pero todavía deben ser validadas. [28]

Pruebas de ejercicio de campo: el consumo de oxigeno también puede ser medido a través de la distancia recorrida en un periodo de tiempo determinado. La prueba de propulsión de silla de ruedas (prueba modificada de Cooper) durante 12 minutos puede ofrecer una estimación del consumo de oxigeno máximo[28]. Debido a su sencillez y bajo costo son pruebas que más fácilmente se realizarían en este medio.

El estándar para medir consumo de oxigeno máximo son las pruebas máximas incrementales que se realizan en laboratorio, sin embargo son más costosas, se requieren equipos y profesionales especializados lo cual dificulta la reevaluación regular de los sujetos para un programa de rehabilitación. Por esta razón se revisaron sólo las pruebas de campo para usuarios de silla de ruedas, encontrando escasa literatura acerca de estas.

Franklin y cols. Desarrollaron una prueba de Cooper de 12 minutos modificada para estimar el consumo de oxigeno de usuarios de silla de ruedas, la cual fue contrastada con una prueba de laboratorio. Participaron 39 hombres con diagnósticos de paraplejia (25), postpolio (2) y amputación (3), edad promedio 34.3 +- 9 años. La prueba consistió en recorrer a su ritmo cubriendo la mayor distancia posible en 12 minutos con una silla estándar (Quickie II) en una pista cubierta con una medida exacta de 0.1 millas, se dio una orientación de la mejor técnica de propulsión antes de iniciar la prueba.[29]

La correlación del test de campo con el VO2 máximo determinado en laboratorio fue altamente significativa (r: 0.84; p< .001) lo que sugiere que puede dar una buena estimación del consumo de oxigeno máximo en usuarios de silla de ruedas. Además este estudio estableció los niveles de estado cardiovascular basados en la prueba de 12 minutos de pobre a excelente. Las ventajas de la prueba son que usa un gesto habitual para los usuarios de silla de ruedas, no tiene ningún costo, pueden realizarlo varias personas a la vez y no requiere personal ni equipos especializados.[29]

Marc Vanderthommen y cols. Llevaron a cabo un estudio experimental en el cual desarrollaron una prueba de campo de varias etapas para usuarios de silla de ruedas y una ecuación para hallar el consumo de oxigeno máximo durante la prueba. La prueba se realizó sobre una superficie dura, con la silla de ruedas personal, alrededor de un octágono delimitado por conos, los sujetos debían dar vueltas alrededor de este incrementando la velocidad (intensidad) con cada señal auditiva. Las variables tenidas en cuenta eran las características de la silla, técnica de propulsión, velocidad durante la prueba, consumo de oxigeno máximo, frecuencia cardiaca máxima y concentraciones de lactato.[30]

Se encontró que la variable mejor correlacionada al consumo de oxigeno máximo fue la puntuación de la prueba (MFT score) tomada como el número de niveles de ejercicio realizado dando como resultado la siguiente ecuación: VO2 pico (mL/min/kg) = 18.03 + 0.78 MFT score (number of exercise stages); r2 = 0.59. Los autores concluyen que es una prueba que se puede usar regularmente para usuarios de sillas de ruedas deportistas o no y que tiene la ventaja de su bajo costo, requiere espacio limitado, poco material y no necesita experiencia del sujeto ni del examinador. Sin embargo esta prueba puede estimular el sistema cardiovascular a sus máximos niveles por lo que requiere sofisticada atención médica y procedimientos de emergencia apropiados[30]

Por otra parte, Vinet y cols. concluyeron con su investigación que el consumo de oxígeno en atletas dependientes de sillas de ruedas es predecible con la ecuación hallada en el estudio y la aplicación de la prueba de Boucher y Leger adaptada. Tomaron en cuenta variables antropométricas, variables mecánicas usando una prueba de desaceleración y variables fisiológicas, mecánicas y de desempeño con la prueba de Boucher y Leger adaptada que fue realizada en un campo de 400m de tartán, marcado cada 50 m con postes; los sujetos impulsaron su silla de ruedas en lo posible siguiendo el ritmo impuesto por una cinta de audio. Posteriormente una regresión múltiple con el consumo de oxigeno pico como la variable dependiente llevó a la siguiente ecuación, consumo de oxigeno pico: 0.22 Vamax70.63 log(age)+0.05 BMI 0.25 level+0.52 con r2=0.81, la validez externa de dicha ecuación fue positiva.[31]

Además de las pruebas de campo para predecir el consumo de oxígeno, existen otros indicadores del rendimiento cardiovascular del sujeto que se deben tener en cuenta:

En el estudio realizado por Stewart MW y cols se encontró que la carga de trabajo, el consumo de oxigeno máximo, y el índice de esfuerzo percibido son variables aceptables para la medición durante la evaluación de la capacidad aeróbica en pacientes con trauma raquimedular. Además, enfatizan en que los sujetos con un

alto valor de VO2max suelen hacer las tareas de la vida diaria con menos esfuerzo y dificultad, y por lo tanto son más sanos e independientes.[32]

4.2.3 Prescripción del ejercicio aeróbico

Entre los objetivos fundamentales del entrenamiento de resistencia o aeróbico se encuentran mejorar la capacidad de obtención y transporte del oxígeno y la mejora de la capacidad de utilización del oxígeno por parte de los músculos, los cuales son factores determinantes del VO2max. En la población en general para lograr estos objetivos para la prescripción del ejercicio se dispone de varios métodos como son el método continuo que consiste en tiempo prolongado de actividad sin intervalos de descanso y el método fraccionado que se refiere a los métodos en los que se alternan periodos de esfuerzo con periodos de recuperación; los principales parámetros a controlar en la utilización del método fraccionado son: intensidad, duración de las repeticiones, duración de las recuperaciones y número de repeticiones[24]; por su parte, en el entrenamiento continuo hay que considerar 4 factores: el tipo de actividad, la frecuencia, la actividad y la duración[33].

La intensidad es uno de los factores principales que determinan la carga total de entrenamiento. El parámetro más utilizado para monitorizar la intensidad es la frecuencia cardiaca aunque se utilizan otros parámetros como el consumo de oxigeno y la percepción subjetiva del esfuerzo. Cuando se utiliza la frecuencia cardiaca, la intensidad del ejercicio se expresa como porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima o bien de la frecuencia cardiaca de reserva[24].

La asociación americana del corazón (AHA) establece para la población en general los valores de prescripción de ejercicio aeróbico, para lo cual indica que la frecuencia debe ser de 3 a 5 días por semana, con una duración de 20 a 60 minutos y una intensidad de 50%-70% de la frecuencia cardiaca máxima o 40-60% del VO2max o Frecuencia cardiaca de reserva; el tipo de actividad puede ser para miembros inferiores: caminata o carrera y para miembros superiores con la utilización de un ergómetro de brazos. Por otro lado, para entrenamiento aeróbico específico de grupos musculares establece una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, con una intensidad de 1 a 3 series de 8 a 15 repeticiones para cada grupo muscular en diversas modalidades[34, 35, 36].

4.3 FUERZA MUSCULAR

Desde el punto de vista de la mecánica, la fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo. También es definida

desde el punto de vista fisiológico como la capacidad que tiene el músculo de producir tensión[24].

El músculo esquelético está diseñado para producir fuerza, esta tensión que se produce durante la contracción tiene lugar cuando el músculo recibe un impulso eléctrico a través de la placa neuromuscular, liberando así la energía necesaria que da lugar a la unión y desplazamiento de los filamentos de actina y miosina en el sentido de acortamiento sarcomérico y elongación tendinosa[24].

La fuerza puede entenderse también como una interacción entre un momento interno (la capacidad del músculo de activarse) y la relación con un objeto externo o no (una resistencia). Como resultado de esta interacción entre fuerzas internas y externas surge un tercer concepto y valor de fuerza: la fuerza aplicada, que se define como el resultado de la acción muscular sobre las resistencias externas que pueden ser el propio peso corporal o cualquier otra resistencia o artefacto ajeno al sujeto. En el ámbito de la actividad física y el deporte, el interés radica en determinar en qué medida la fuerza interna generada por los músculos se traduce en fuerza aplicada sobre las resistencias externas[24].

La tensión muscular se produce durante la activación del músculo, ésta siempre tiende a acortar las sarcómeras tanto si el músculo se está acortando (activación concéntrica) como elongando (activación excéntrica). Pero según la voluntad del sujeto o la relación que se establezca con las resistencias externas, la activación del músculo puede dar lugar a tres acciones diferentes: a) acortamiento o acción dinámica concéntrica, b) alargamiento/ estiramiento o acción dinámica excéntrica y c) mantenimiento de su longitud o acción isométrica. Cuando las tres acciones se producen de manera continua en este orden: excéntrica–isométrica–concéntrica y el tiempo de transición entre la fase excéntrica es muy corto, daría lugar a una acción múltiple denominada ciclo de acortamiento-estiramiento[24].

La combinación de las diferentes propiedades biomecánicas de los músculos permite diferenciar los tipos de fuerza. Estos tipos de fuerza son apreciables durante una acción muscular, la cual incluye numerosos aspectos estructurales y funcionales de cuya interacción final resulta la actividad física manifestada por los músculos[24].

Las relaciones generadas entre estos aspectos, de manera específica tensión, resistencia y velocidad dan origen a los diferentes tipos de fuerza de los cuales se reconocen los siguientes:

- Fuerza Potencia: Capacidad del sistema neuromuscular de ejercer una contracción voluntaria a gran velocidad[37].

- Fuerza Máxima: Capacidad del sistema neuromuscular de ejercer una contracción voluntaria con elevadas resistencias externas[37].

- Fuerza Resistencia: Capacidad del sistema neuromuscular de ejercer una contracción voluntaria durante periodos de tiempo prolongados[37].

4.3.1 Valoración de la fuerza muscular

La fuerza muscular puede determinarse mediante diversos métodos que reflejan la capacidad del músculo para generar la fuerza máxima[28], la valoración de esta se puede llevar a cabo para cumplir algunos objetivos como son el control del entrenamiento, prescribir el entrenamiento más adecuado en función de las necesidades de fuerza propias del sujeto y la valoración de la influencia sobre las demás cualidades[24]; el tipo de valoración apropiada dependerá de su finalidad así como de la fuerza y la movilidad del paciente[28].

Entre los métodos de valoración que existen se encuentran los dinamómetros isocinéticos, miómetros de agarre manual, máximo de una repetición y prueba muscular manual, cada una de las cuales tiene diferentes niveles de fiabilidad, sensibilidad y validez[28]. En el momento de la valoración es necesario poner en consideración el tipo de test que se utiliza así como las circunstancias en que se lleva a cabo la medición como son el calentamiento previo, la temperatura, la hora y la actitud del sujeto[24].

El resultado obtenido cuando se mide la fuerza de un músculo o grupo de músculos dependerá de la longitud muscular o ángulo de la articulación en que se hace la medición, posición en la que se realiza el test, tipo de activación con que se mide, velocidad de acortamiento en activaciones concéntricas y velocidad de estiramiento en las excéntricas, tiempo de tensión en activaciones isométricas y del hecho de que los sujetos conozcan o no el test[24].

En los pacientes con lesión medular tradicionalmente se han utilizado pruebas musculares manuales para medir la fuerza, sin embargo, una limitación importante de estas es su mala sensibilidad teniendo un empleo restringido a la hora de valorar la fuerza de los pacientes más fuertes; no obstante estas pruebas pueden

ser útiles a la hora de identificar una debilidad neurológica y/o detectar un deterioro por lo que son más aplicables para pacientes con lesiones agudas[28].

Por otro lado, en pacientes cuya fuerza muscular sea mayor, es decir, equivalente a 4/5 o 5/5 en una prueba muscular manual, la fuerza muscular puede valorarse determinando el "máximo de una repetición" (1MR) que hace referencia al peso máximo que puede levantar el paciente por medio de una gama entera de movimiento en contra de la gravedad[28]; según Rodriguez y Chagas (2003) el test de una repetición máxima es definido operativamente como la carga más pesada que se puede mover en un rango específico de movimiento una sola vez y con un rendimiento correcto[38]. Es una medición isoinercial que se hace a través del uso de pesos libres sin instrumentos adicionales de medida, un método habitual y sencillo que proporciona valores de fuerza dinámica máxima expresados en kilogramos desplazados en sentido vertical[24].

La prueba que determina el máximo de una repetición consiste en levantar un peso que se ha estimado previamente por el evaluador de modo que el paciente pueda hacerlo una sola vez, si lo hace más de dos veces es necesario ajustar el peso para cumplir esta condición[28]; la prueba debe iniciar con un calentamiento de 3 a 4 repeticiones con el 50-70% del RM para alcanzarlo de manera progresiva en 3 o 4 intentos[24], los pacientes deben tener un tiempo de reposo entre cada intento para evitar la fatiga y puede ser realizada utilizando mancuernas, pesos sujetos con velcros o un sistema de peso y polea. [28] Este tipo de medición ha sido utilizada en algunos estudios como el de Hicks y cols o Jacobs y cols, que evaluaron el entrenamiento de la fuerza de miembros superiores en usuarios de sillas de ruedas; los resultados arrojados por la medición se comportaron a su vez como parámetros objetivos de prescripción del entrenamiento[39, 40].

Existe además la dinamometría que es un método utilizado entre los investigadores [39, 41, 42] al aportar datos objetivos y consiste en la cuantificación de la fuerza de grupos musculares, del trabajo y la potencia muscular en cada posición. Hay varias formas de dinamometría como la isométrica que valora la fuerza isométrica máxima en diferentes posiciones articulares; la dinamometría dinámica que puede ser concéntrica y excéntrica y la dinamometría isocinética en la cual la velocidad es constante y predeterminada mientras que la fuerza producida por el equipo va variando con la posición[43].

4.3.2 Prescripción del ejercicio de fuerza – resistencia muscular

Entre los objetivos del entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular, se encuentran los que están dirigidos a la mejora de la capacidad para mantener un

nivel submáximo de fuerza durante acciones musculares repetidas o de larga duración, en un trabajo muscular estático o dinámico. Un programa diseñado para mejorar la fuerza muscular debe seguir los principios básicos de entrenamiento entre los cuales se tiene: principio de sobrecarga, de progresión, de especificidad e individualidad del entrenamiento y el principio del desentrenamiento o reversibilidad[24].

Estos principios indican que el entrenamiento debe estar por encima del esfuerzo que suponen las actividades de la vida diaria, de modo que se obtenga la respuesta deseada, pero no debe llegar a producir agotamiento; una vez el organismo se adapte al estímulo es necesario incrementarlo progresivamente para que se continúen dando las respuestas y si se deja el entrenamiento se producirá la regresión de las respuestas obtenidas. Este entrenamiento debe ser específico para los grupos musculares más utilizados y tener una transferencia directa a las actividades de la vida diaria, por lo cual será diferente para cada persona y estará determinado por factores como la edad y el nivel de entrenamiento[24].

Así como para la prescripción del ejercicio aeróbico, prescribir entrenamiento de fuerza implica tener unos parámetros de intensidad, volumen de entrenamiento, frecuencia y tipo de ejercicio realizado[24] que se expresan en términos de RM (número máximo de veces que se puede alzar una carga con buen técnica antes de fatigarse)[44] y % de 1RM (porcentaje del máximo peso con el que se puede realizar una sola repetición), número de repeticiones por serie, número de series y descanso entre series, veces por semana y si se trata de ejercicio isocinético, isotónico u otro; independientemente de la combinación de los parámetros el entrenamiento induce mejorías en todas las modalidades de fuerza. Sin embargo, determinadas combinaciones enfatizan en cada una de las manifestaciones de la misma[24].

La mejor manera de desarrollar la resistencia muscular consiste en utilizar pesos más ligeros y realizar un mayor número de repeticiones. Hasta cierto punto, tanto la fuerza como la resistencia musculares se desarrollan en uno y otro caso, pero cada uno de estos sistemas favorece particularmente a una o a otra. La resistencia muscular se desarrolla entonces aumentando más de lo normal la frecuencia y duración del ejercicio[44].

A la hora de prescribir el ejercicio de fuerza y resistencia muscular se debe poner cuidado al tipo de entrenamiento que se concentra en las contracciones (excéntricas) de alargamiento, comparadas con las contracciones de acortamiento (concéntricas) o isométricas, ya que existe un potencial, particularmente para los sujetos desentrenados, de lesiones músculo esqueléticas y dolores musculares[45].

La ACSM da algunas recomendaciones para prescribir ejercicio de resistencia muscular en la población sana como son elegir un rango de repeticiones entre 3 y 20 (por ejemplo, de 3 a 5,8 a 10, 12 a 15) que se pueden realizar en un período de repetición moderada (3 seg concéntricos, 3 segundos excéntricos); hacer ejercicio de cada grupo muscular 2 a 3 días no consecutivos por semana y, si es posible, realizar un ejercicio diferente para el grupo muscular cada dos o tres sesiones; dejar suficiente tiempo entre los ejercicios, llevar a cabo tanto la fase concéntrica como la fase excéntrica de los ejercicios de resistencia de una manera controlada, y mantener un patrón de respiración normal[45].

En una declaración previa (1998) del ACSM recomiendan las siguientes guías para el entrenamiento de fuerza para el adulto promedio sano: un mínimo de 8-10 ejercicios, 2 a 3 días a la semana, que involucren los grupos musculares principales completando un mínimo de 1 serie de 8-12 RM o lo más cercano a la fatiga; sin embargo, 10-15 repeticiones podrían ser más apropiadas para las personas mayores y más frágiles (aproximadamente 50-60 años de edad y más) [44]. Como lo cita Lisa Harvey en su libro Tratamiento del Lesionado Medular (2010) las controversias no han sido resueltas aún, pero hay un gran acuerdo en que se requiere un ejercicio regular y progresivo de alta resistencia. Para favorecer la mejora tanto de la fuerza como de la resistencia muscular la mayoría de los expertos recomiendan de 8 a 12 repeticiones en cada serie de ejercicios[44] siendo considerada como la resistencia óptima y equivalente al 60-80% de 1RM; las sesiones deben tener una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, con un volumen de entrenamiento de 1 o más series siendo igualmente efectivo y con un descanso de 1 a 3 minutos entre cada serie. Según la revisión de literatura realizada por Harvey algunos datos sugieren que es mejor un mayor periodo de descanso, el reforzamiento excéntrico es superior al concéntrico y se debe variar la carga entre las sesiones; estos programas siguen siendo recomendados por El Colegio Americano de Medicina Deportiva[28].

4.4 EJERCICIO AEROBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR ADAPTADO PARA PACIENTES CON TRM

Se han desarrollado varias investigaciones con protocolos de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en las personas que poseen lesión medular, las cuales tienen en común la importancia de un diseño adaptado a las condiciones propias de la lesión, las necesidades particulares de cada persona y el objetivo de mejorar las habilidades en las actividades de la vida diaria para influir en el nivel de calidad de vida de los sujetos. Todas han obtenido resultados

positivos en cuanto a la capacidad de trabajo representada principalmente en los incrementos del VO2 máximo.

En el estudio realizado por Bougenot y cols, concluyen tras hacer una investigación de los efectos de un programa de entrenamiento ergométrico en sillas de ruedas, que establecer un programa individualizado para cada sujeto puede mejorar significativamente el nivel de condición física y la capacidad de resistencia en un paciente parapléjico; esto fue medido en variables como el consumo máximo de oxigeno (VO2max) que es considerado un indicador válido para la mejora de la aptitud física, lo anterior conlleva a que ante el esfuerzo que imponen las actividades diarias haya una respuesta fisiológica de estrés menor[46].

Entre los instrumentos más usados para hacer entrenamiento aeróbico se encuentran el ergómetro de manivela o de brazos y el ergómetro de silla de ruedas, aunque el primero ofrece la ventaja de una mejor eficiencia mecánica, el movimiento realizado con él no es similar al que se usa para movilizar la silla de ruedas, mientras que el ergómetro de silla de ruedas consigue reproducir dicho gesto para una mayor precisión en la evaluación cardiorrespiratoria y un entrenamiento acorde con las necesidades especificas de movimiento del sujeto.[5,24]

Un estudio realizado por Moro y cols. en 2005 refiere que luego de la aplicación de un entrenamiento en ergómetro para silla de ruedas en personas con lesión medular reciente, teniendo parámetros como duración de 30 minutos con frecuencia de 3 veces por semana durante 6 semanas, reporto incremento en el volumen tidal y disminución en el costo de oxigeno en la ventilación lo que indica una mayor eficiencia ventilatoria, lo cual es definido por los autores como factor determinante en la tolerancia a las actividades de la vida diaria[47]**.**

Respecto a los protocolos utilizados, Tordi y cols, investigaron los efectos de un programa de entrenamiento en un intervalo breve diseñado específicamente para pacientes con lesiones de la médula espinal y que consistió en que 5 hombres con paraplejia realizaran ergometría en silla de ruedas 30 minutos al día, tres veces por semana, durante 4 semanas y obtuvieron como resultados que un programa de entrenamiento corto, con una combinación adecuada de duración, intensidad y frecuencia es eficaz para mejorar la condición física y la capacidad de resistencia[48].

En el estudio realizado por Pankaj Bajpai y cols., el cual tenía como uno de sus objetivos principales investigar el efecto de un corto intervalo de entrenamiento en

la resistencia cardiaca y el estado funcional en adultos con tetraplejia traumática, tomó una muestra de 30 sujetos con tetraplejia (C6-T1) y los dividió en un grupo control y un grupo experimental, el último grupo realizó un protocolo de entrenamiento con ergómetro de brazos adicional a la intervención ocupacional integral ofrecida a los dos grupos[49].

El protocolo fue tomado de la guía de la ACSM y consistió en 5 minutos de calentamiento seguido de la sesión de entrenamiento, las cuales se realizaron durante 20 días con incremento gradual de la duración así: 5 minutos por 5 sesiones, 10 minutos por 5 sesiones, 15 minutos por 5 sesiones y 20 minutos por 5 sesiones; finalizando con 5 minutos de enfriamiento. Respecto a la resistencia cardiovascular hubo un aumento significativo en todos los sujetos del grupo experimental, mientras que en el grupo control no[49].

Bizzarini y colaboradores realizaron un programa de ejercicios para sujetos con lesión medular en fase subaguda con ergómetros de brazo y de silla de ruedas, el cual consistió en 6 semanas, 5 días a la semana por 90 minutos al día; los parámetros de intensidad y duración fueron fijados para cada paciente en función de los resultados obtenidos en las pruebas específicas cardiovasculares[50].

En el estudio citan investigaciones previas en las cuales la duración del ejercicio fue de 4 a 24 semanas, con una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana. Aunque la duración del ejercicio varió inversamente con la intensidad, la intensidad necesaria para inducir beneficios con los usuarios de sillas de ruedas se determinó en el 70% de la frecuencia cardíaca máxima y de una duración mínima de 20 minutos. Concluyen que un programa de 6 semanas es eficaz, sin embargo, se produce una meseta entre las semanas 4 y 6 por lo que consideran que los programas de entrenamiento para pacientes con TRM en fase subaguda deben ser limitados a 4 semanas, seguidos de un programa de ejercicios de forma independiente. Los resultados indican que no hubo sobreentrenamiento de los sujetos por lo que se sugiere que este tipo de programa de ejercicio es seguro para esta población[50].

Se han realizado varias propuestas acerca de la prescripción de ejercicio en personas con trauma raquimedular y han demostrado ser efectivas para la mejoría de la condición física, pero la falta de consenso respecto a la prescripción adecuada para este tipo de población motivó a Bougenot y cols. a realizar una revisión de literatura sobre los efectos del ejercicio en personas con trauma raquimedular con el fin de sintetizar la información disponible para dar recomendaciones para la investigación y el tratamiento. Esta revisión encuentra que el ejercicio físico para las personas con trauma raquimedular se justifica

porque aumenta el consumo de oxigeno máximo que es un indicador de la capacidad de trabajo y condición física, evita el desacondicionamiento y mejora las propiedades fisiológicas y mecánicas de los miembros superiores para funcionar eficientemente durante las actividades diarias y previene el desarrollo de complicaciones[5].

Respecto a la prescripción del ejercicio, el entrenamiento se puede hacer por el método continuo ó a intervalos, la intensidad debe ser 70% de la frecuencia cardíaca máxima o el 60-70% de VO_2 máx, sin embargo una intensidad más baja (50% de la FC máx.) puede ser sostenida por sujetos no entrenados mientras que permite mejoría, el programa debe tener una duración mínima de 5 semanas pues las adaptaciones cardiorrespiratorias no aparecen antes de este tiempo y cada sesión puede ser de 20 ó 30 minutos, en general la duración es inversamente proporcional a la intensidad[5].

Así mismo el American College of Sports Medicine ofrece unas directrices generales sobre prescripción para los pacientes con discapacidad: 20 minutos de ejercicio de tres a cinco veces por semana a una intensidad que corresponda al 50%-80% del VO_2 máximo, lo que equivale a trabajar al 70-85% del ritmo cardiaco máximo. Tales recomendaciones son similares a las descritas en los estudios realizados[28].

Lisa Harvey propone para el establecimiento y monitoreo de la intensidad durante el ejercicio, cuando no se utilizan ergómetros que midan la potencia, el uso de monitores portátiles para controlar el ritmo cardiaco y de la escala de esfuerzo percibido de Borg que posee un máximo de 20 puntos, manteniéndose en los niveles de 12-16 durante el ejercicio, el último instrumento es sobretodo recomendado para el medio clínico[28].

Lewis y cols. desarrollaron una investigación en la que se buscaba determinar la relación entre señales psicológicas de estrés somático y las respuestas fisiológicas al ejercicio en personas con paraplejia o tetraplejia. Para ello consideraron variables fisiológicas como frecuencia cardiaca, consumo de oxigeno (VO2), ventilación minuto, y la percepción del esfuerzo; el estudio presento asociaciones inconsistentes, por ejemplo para los sujetos con tetraplejia hubo una relación positiva entre el esfuerzo percibido y la frecuencia cardiaca en el ritmo de trabajo inicial, pero no correlacionaba significativamente con ninguna otra variable. En los sujetos con paraplejia no se correlaciono el esfuerzo percibido positivamente con la frecuencia cardiaca, sin embargo presento correlación positiva con consumo de oxigeno y ventilación minuto en el primer y último momento de trabajo. Esta investigación concluyó que la frecuencia cardiaca, el

consumo de oxigeno y la ventilación minuto se incrementan tanto como la intensidad del ejercicio y esto fue más pronunciado en los sujetos con paraplejia; los valores de esfuerzo percibido se incrementaron proporcional al trabajo y no se encontraron diferencias entre los dos grupos[35].

Además de estos estudios, existen otros que utilizan protocolos de entrenamiento aeróbico incluyendo trabajo tanto de resistencia cardiorrespiratoria, como de fuerza de miembros superiores, lo cual surge debido a la búsqueda de una relación entre la fuerza muscular y la capacidad aeróbica. En la década de los 80 y 90 algunos estudios relacionados con fuerza muscular en población sana mostraron incrementos poco significativos del consumo de oxigeno máximo con el entrenamiento de esta. Al estudiar la relación entre fuerza muscular y consumo de oxigeno máximo se encontró que el tipo de entrenamiento de fuerza podía determinar cambios en la resistencia muscular que a su vez mejoraban el consumo de oxigeno máximo, el entrenamiento observado en aquellos que tenían incrementos del VO_2 máximo generalmente constaba de circuitos y de grandes volúmenes de entrenamiento. Se evidenció que la etapa de la juventud y ciertos parámetros de prescripción como series de baja intensidad (40-50% de 1 RM) y muchas repeticiones (15-20) se relacionan con cambios positivos en el VO_2 máximo después de varias semanas de entrenamiento (10 a 16 semanas) [24].

En personas mayores el aumento en el VO_2máximo después del ejercicio de fuerza se puede atribuir a la mejoría de fuerza máxima, incremento de la masa muscular, aumento de la capacidad oxidativa del músculo y aumento de la densidad capilar, además se han observado incrementos en la concentración de hormonas androgénicas como la testosterona junto con los cambios en el VO_2 máximo. En personas jóvenes el aumento en el VO_2máximo después de entrenamiento a intensidades medias (50-60% del RM) se puede relacionar con aumentos en la fuerza máxima, mayor participación de fibras de contracción lenta y menor participación de fibras de contracción rápida y disminución en el pico de tensión desarrollado durante el pedaleo al medir VO2 máximo con ejercicio incremental en cicloergómetro; todos estos cambios disminuyen el uso de ATP por unidad de contracción muscular y retrasan la fatiga[24].

La combinación del entrenamiento de fuerza muscular y entrenamiento aeróbico ha demostrado lograr mejorías en ambos componentes de entrenamiento, sin embargo la mejoría en la fuerza muscular es menor que en entrenamientos exclusivos de fuerza, mientras que en la capacidad aeróbica no se observan diferencias en los resultados de un entrenamiento combinado y uno exclusivo de entrenamiento aeróbico. Hay varias hipótesis que buscan explicar la inhibición del aumento de la fuerza muscular en entrenamiento combinado: sobreentrenamiento, el músculo esquelético no se puede adaptar morfológica y metabólicamente a dos

tipos de entrenamiento simultáneamente y la fatiga muscular residual del entrenamiento aeróbico puede limitar el desarrollo de tensión muscular en el entrenamiento de fuerza[24].

En personas con lesión medular se ha desarrollado investigación acerca de la relación entre fuerza muscular y capacidad aeróbica; como ejemplo se encuentran Hicks y cols, quienes en su ensayo clínico controlado realizaron entrenamiento a sujetos con trauma raquimedular por un periodo de 9 meses de 2 a 3 veces por semana buscando cambios tanto a nivel fisiológico como psicológico. El entrenamiento consistió en una sesión de 90 a 120 minutos compuesta por una fase inicial de calentamiento, seguida del componente aeróbico con ergómetro de brazos de 15 a 30 minutos a intensidad del 70% de la FCmáx y posteriormente el entrenamiento de fuerza llevado a cabo con diversos ejercicios para miembros superiores, tronco y abdomen a intensidades del 50 a 80% de 1RM. Los resultados muestran que hubo mejoría en el rendimiento en el ergómetro mostrando incrementos en la potencia de salida y en cuanto a la fuerza muscular los sujetos presentaron cambios significativos en todos los grupos musculares, excepto deltoides anterior izquierdo; además experimentaron incrementos progresivos después de los 9 meses de entrenamiento[40].

En el estudio de Patrick L. Jacobs y cols. cuyo objetivo fue evaluar la seguridad y los efectos de un circuito de fuerza en la máxima resistencia cardiorrespiratoria y fuerza muscular de las extremidades superiores en personas con paraplejia, se diseñó un circuito que consistió en 6 ejercicios de carga (10 repeticiones) para miembros superiores (específicamente fortalecimiento de músculos del tronco superior y del hombro) y entre cada dos ejercicios realizados los sujetos usaban el ergómetro de brazos durante dos o tres minutos con la mínima resistencia (se realizó sin resistencia para evitar el dolor del hombro), manteniendo así una frecuencia cardiaca elevada durante todo el circuito (rango: 120 a 160 latidos por minuto). Fue aplicado durante 12 semanas y como resultados mostró significativos aumentos del consumo de oxigeno máximo, fuerza muscular y no hubo ningún efecto negativo sobre la salud de los participantes. Los aumentos de la resistencia fueron mayores a los obtenidos sólo en entrenamientos con ergometría de brazos o ergometría con silla de ruedas llevados a cabo en otros estudios[39].

Así, según literatura disponible acerca de prescripción de ejercicio aeróbico en personas con lesión medular los parámetros más adecuados son: intensidad de 70% a 80% de la frecuencia cardiaca máxima[50,46,5,4,28] y sobre los niveles de 12-16 de la escala de esfuerzo percibido de Borg que posee un máximo de 20 puntos[28, 51]; la duración de cada sesión debe ser de 20 a 30 minutos [4, 5, 50, 28, 48, 52] ; con una frecuencia de 3 a 5 veces por semana[4,28,46,48]**.** La duración mínima del

entrenamiento aeróbico, de modo que se produzcan cambios, debe ser de 5 semanas[5.]

Para las personas con lesiones medulares a nivel de T1 o por encima de este no es adecuado utilizar los métodos de frecuencia cardiaca máxima o frecuencia cardíaca de reserva para estimar la intensidad del ejercicio, pues su frecuencia cardíaca máxima se encuentra limitada a 120 latidos por minuto aproximadamente, debido a la pérdida del control simpático supraespinal del corazón, pero un modo viable y de fácil uso es el método de Borg del nivel de esfuerzo percibido recomendado por el Colegio Americano de Medicina del Deportiva y la Asociación Americana del Corazón, los cuales establecen dos rangos de intensidad durante la actividad: se realiza una actividad de intensidad moderada cuando se encuentra entre los niveles 12 – 13 de esfuerzo percibido y una actividad vigorosa cuando se encuentra entre los niveles 14 – 16 de esfuerzo percibido[51].

En el caso contrario, las personas con lesión medular a nivel de T2 o por debajo de este pueden conservar la respuesta simpática adecuada durante el ejercicio físico, por lo cual la frecuencia cardíaca aumenta de manera lineal con el aumento de VO2 máximo, por esto es posible usar los métodos de frecuencia cardiaca máxima, frecuencia cardiaca de reserva ó el nivel de esfuerzo percibido[51].

En lo referente al entrenamiento de fuerza, en el estudio de Jacobs utilizaron un sistema de entrenamiento disponible comercialmente que permitía el uso independiente por personas con trauma raquimedular desde su silla de ruedas y permitía también entrenar resistencia usando contracciones concéntricas y excéntricas de los músculos del brazo y complejo del hombro. En este estudio enfatizaron en los músculos de la parte superior del tronco, complejo del hombro, estabilizadores de escápula y espalda superior debido a que son las áreas con debilidad muscular en personas con trauma raquimedular y a que son músculos que intervienen activamente en el uso de la silla de ruedas; la prescripción de las intensidades de entrenamiento seleccionadas se basó en los porcentajes de RM que necesitan las personas con trauma raquimedular para la locomoción de la silla, para bajar, transferir y elevar el cuerpo de la silla y soportar el peso para el alivio de la presión[39].

Posteriormente el mismo autor realizó un estudio para comparar los efectos de un protocolo de ejercicio de fuerza con un protocolo de ejercicio aeróbico en personas con lesión medular respecto a los efectos de estos en las variables de consumo de oxigeno máximo, fuerza máxima y potencia máxima, pues en contraste con la gran evidencia que existe de incrementos en el consumo de oxigeno máximo después

del ejercicio aeróbico, el ejercicio de fuerza muscular ha demostrado la mejoría en la producción de fuerza máxima pero hay poca evidencia de sus efectos en la capacidad aeróbica de personas con lesión medular. En este estudio participaron sujetos parapléjicos (T6-T10), cada protocolo consistió en un entrenamiento de 12 semanas, 3 veces por semana. El entrenamiento aeróbico fue llevado a cabo con ejercicios de pedaleo de miembro superior a intensidades del 70-85% de la frecuencia cardiaca máxima, mientras que el entrenamiento de fuerza se hizo con 6 ejercicios para músculos del miembro superior y el tronco, los sujetos realizaron 3 series de 10 repeticiones de cada uno y la intensidad se modificó respecto al RM, donde los pesos asignados para el entrenamiento aumentaron progresivamente cada 4 semanas y fueron equivalentes a 60%, 65% y el 70% de 1RM para cada ejercicio. Los resultados mostraron cambios significativos respecto al VO_2 máximo en ambos grupos después del entrenamiento, con aumentos del 15.1% (entrenamiento de resistencia) y 11.8% (entrenamiento aeróbico); respecto a la fuerza muscular sólo el grupo que recibió entrenamiento de fuerza mostró mejoría significativa en todas las maniobras realizadas. Los resultados en el entrenamiento de fuerza demuestran que sí produce mejoría en la capacidad de trabajo, aunque estos resultados son poco esperados, pues el tipo de entrenamiento no parece producir las adaptaciones fisiológicas necesarias para ello[4].

Otras investigaciones han mostrado que estos efectos positivos sobre la capacidad aeróbica después del entrenamiento de fuerza se deben a las adaptaciones neurológicas que contribuyen junto con las adaptaciones musculares periféricas a la mejoría en la fuerza muscular. Una de ellas indica que hay una relación directa entre la fuerza muscular y la capacidad aeróbica de las personas con paraplejia, puesto que al poseer una mayor fuerza muscular es posible tener mayor resistencia a la fatiga muscular local lo que permite una mayor capacidad de trabajo cardiorrespiratorio (Zoeller y cols). De esta manera las personas con lesión medular pueden mejorar la fuerza muscular, potencia y estado cardiovascular con el ejercicio de resistencia muscular[4].

En el estudio de Davis y cols evaluaron los cambios en la fuerza y resistencia muscular después de un programa de entrenamiento de 16 semanas con ergómetro de brazos, el grupo de entrenamiento fue subdividido según las intensidades que manejaran, una intensidad alta del 70% del VO2pico o una intensidad baja del 40% del VO2pico; y según los tiempos que fueron 40 y 20 minutos; el entrenamiento se llevó a cabo con un ergómetro Monark operando a cadencia de 80 revs*min^{-1}. Los resultados del estudio muestran que ni la fuerza muscular, ni la resistencia muscular mejoraron gracias a las 16 semanas de entrenamiento aeróbico con ergómetro; no obstante los sujetos alcanzaron mayores velocidades de contracción y fueron evidentes cambios en la potencia pico y la potencia media para los músculos agonistas de la acción (flexores de

hombro y extensores de codo) de los sujetos que manejaron mayor intensidad y tiempo[41].

El único estudio encontrado que investiga exclusivamente el entrenamiento de fuerza de los miembros superiores en usuarios de silla de ruedas es el de Jiménez y cols, cuyo entrenamiento se llevó a cabo 3 veces por semana durante 4 semanas, realizando entre 3 y 4 series de 20 a 30 repeticiones a intensidad del 40 a 70% de 1 RM, trabajando principalmente los músculos agonistas en la propulsión de la silla de ruedas que son flexoextensores del antebrazo y del brazo y aductores - abductores del brazo. En este estudio las medidas que tuvieron en cuenta fueron la velocidad de desplazamiento medida a través de una célula fotoeléctrica, la fuerza máxima isométrica y la fuerza resistencia medidas a través de una célula de carga; la fuerza resistencia fue valorada por medio del índice de fatiga ((Fmáx- Ffinal)*100/Fmáx). Los resultados muestran que el entrenamiento produjo incrementos significativos en la velocidad de desplazamiento y la fuerza resistencia, pero no en la fuerza máxima[53].

La relevancia que cobra la práctica de ejercicio físico en la lesión medular fue estudiada por McVeigh y cols. quienes describen la correlación entre la integración comunitaria y/o calidad de vida en dos poblaciones, una con lesión medular y practicante activa de deporte y otra también con lesión medular pero sin práctica deportiva activa, con la practica de ejercicio encontrando que la población que realiza práctica deportiva activa presenta mejores resultados en términos de calidad de vida e integración comunitaria, también se determino que la mayoría de las personas que practican deporte previo a la lesión medular tienen mayor probabilidad de practicarlo posterior al evento[54], lo cual es mencionado ampliamente en la literatura.

4.5 CALIDAD DE VIDA

La calidad de vida se ha convertido en un objetivo importante para alcanzar en el ámbito de la salud, como una medida de resultado de las intervenciones terapéuticas en el área clínica y de la investigación que contribuye a la toma de decisiones de los profesionales de la salud [55, 56]. En la población con lesión medular la calidad de vida es una cuestión fundamental, es el objetivo último de la rehabilitación, puesto que los avances médicos han permitido que las personas sobrevivan a la lesión inicial y prolonguen su expectativa de vida[6, 7, 8, 9], además, medidas como las del déficit neurológico son pobres predictores de inclusión en estilos de vida saludables por eso es necesario incluir la evaluación de la calidad de vida como parte de los procesos para monitorear la salud de esta población[57,] ya que es una medida que exige una visión integral de la persona.

“La calidad de vida es un concepto multidimensional que da cabida a esferas personales, subjetivas y aspectos objetivos, y es inherentemente difícil de medir”, esto conlleva que deban tenerse en cuenta muchos aspectos para su evaluación como son la capacidad, percepción general y satisfacción con la vida, función social (contacto social, integración e intimidad), función psicológica (estado afectivo y cognitivo), función y forma física (signos y medidas fisiológicas y diagnósticos) y muerte[58].

No existe un consenso universal sobre la definición de calidad de vida, lo cual ha limitado la medición precisa de la misma ya que existen muchos instrumentos de medición cuyos resultados no son comparables pues la conceptualización que fundamentó su construcción es diferente[16, 17].

Dijkers en 1995 realizó una revisión de la conceptualización y medición de la calidad de vida y sobre los resultados de investigación de la calidad de vida en población con lesión medular, según el autor las conceptualizaciones de calidad de vida pueden ser analizadas desde tres enfoques diferentes: la calidad de vida como el bienestar subjetivo, la calidad de vida como el logro y la calidad de vida como la utilidad. En el primer enfoque la calidad de vida es determinada por el individuo, el cual tiene unas necesidadades, deseos, prioridades y normas, cuando los enfrenta con su realidad surgen unas reacciones cognitivas y emocionales (satisfacción con la vida, felicidad, moral) ya sean positivas o negativas, que sumadas generan la definición de calidad de vida. La calidad de vida como el logro es definida en términos de las posesiones, relaciones, estados y logros. Por último la valoración de la calidad de vida desde el punto de vista externo en términos de normas y estándares sociales se denomina calidad de vida como utilidad y se utilizan para comparar la eficacia relativa de los tratamientos médicos o de cuidado de la salud y otros programas sociales[56].

En general, las dos concepciones principales de la calidad de vida, definidas por Dijkers, que son bien aceptadas y usadas son: en primer lugar el enfoque subjetivo cuyo punto focal es la valoración emocional o cognitiva que hace la persona, generalmente asociada con la satisfacción de la vida o el bienestar y en segundo lugar el enfoque objetivo que asume que todos los individuos tienen los mismos dominios u objetivos importantes para su vida y que la felicidad y la satisfacción con la vida es directamente proporcional al grado en que la persona alcanza sus metas, todas las medidas de calidad de vida relacionada con la salud hacen parte de esta concepción [59].

4.5.1 Calidad de vida en población con trauma raquimedular

Los niveles de calidad de vida de las personas con lesión medular son más bajos al ser comparados con personas sin lesión medular[6, 9, 56, 57] al utilizar la encuesta SF-36 las diferencias más grandes se han encontrado en las escalas de salud física y rol físico, sin embargo las escalas de salud mental y rol emocional fueron más similares entre las dos poblaciones [6,57]. A pesar de esto los niveles de calidad de vida para las personas con lesión medular no son pobres[9].

Varios estudios han demostrado que el nivel de calidad de vida de las personas con lesión medular no depende del nivel de lesión, ni del grado de la lesión, ni de la discapacidad[6, 9, 12, 60, 61], no se han encontrado diferencias entre paraplejia y tetraplejia en la calidad de vida, excepto por la función física, lo que sugiere que el nivel de lesión es de importancia secundaria[6]. Por otro lado una revisión sistemática realizada por Tate D.G. y cols. en el 2002 mostró que el acceso e integración a la comunidad, el empleo, matrimonio y el soporte social son factores determinantes de la calidad de vida por encima de otros como la discapacidad o deficiencia[9].

En la población con lesión medular es importante tener en cuenta que la presencia de complicaciones como el dolor neurogénico crónico, la espasticidad problemática y los problemas urológicos e intestinales tienen una fuerte asociación negativa con la calidad de vida [6, 12]; también se ha observado que la personalidad premorbida puede influenciar el ajuste a la discapacidad y que la estructura psicológica puede afectar la calidad de vida en esta población[12].

4.5.2 Relación entre el ejercicio físico y la calidad de vida de los individuos con trauma raquimedular

Se han llevado a cabo varios estudios que investigan la relación entre el ejercicio físico y la calidad de vida en la población con lesión medular, justificando este tipo de estudios en la necesidad de encontrar intervenciones que tengan impacto positivo en la calidad de vida, pues esta se ha convertido en una medida de resultado fundamental en el ámbito de la salud y particularmente en población con lesión medular, además ya son conocidos sus efectos positivos en la población general.

En 1999 con el propósito de explorar la relación entre las variables de condición física, actividad física, calidad de vida subjetiva y discapacidad, Manns y Chad realizaron un estudio de tipo transversal, en el cual no se encontró relación entre

calidad de vida subjetiva y actividad física ó condición física, posiblemente por limitaciones debidas al uso de un instrumento no específico para la población con lesión medular (Perfil de calidad de vida: versión de discapacidades físicas y sensoriales) y que no estaba relacionado con la salud, lo que permitía que se incluyeran factores de confusión como las finanzas y la situación profesional en el instrumento usado[60].

No obstante, se observó relación entre altos niveles de actividad física y mejor estado de independencia funcional, especialmente para personas con cuadriplejia y con más bajos niveles de discapacidad (instrumento de medición: Craig Handicap Assessment Reporting Technique), que según lo definición de la OMS es una indicación de lo bien que una persona es capaz de cumplir las funciones que serían similares a los roles que están desempeñando sus pares. Por lo tanto el estudio soporta el uso de intervenciones de acondicionamiento físico y actividad física como estrategias efectivas de promoción de la salud, pues reduce los niveles de discapacidad, los cuales son un predictor importante de la depresión y los trastornos psicológicos en personas con lesión medular, además los indicadores de discapacidad están estrechamente relacionados con la satisfacción de vida[60].

Otra conclusión importante de esta investigación es que la actividad física puede jugar un rol más importante que el nivel de condición física en la discapacidad y la calidad de vida, puesto que la población con lesión medular tienen limitaciones en su capacidad de ejercicio por la misma lesión, por tanto aumentos en los niveles de actividad física pueden ocurrir en cierta medida sin mejoras resultantes en los niveles de condición física[60].

El primer ensayo clínico controlado que estudió los efectos del entrenamiento en personas con lesión medular tanto en lo fisiológico como lo psicológico, fue realizado por Ditor y cols. en el año 2003, esta investigación reveló que 9 meses de entrenamiento, 2 veces por semana, permitieron obtener incrementos significativos en la fuerza, el rendimiento en el ergómetro de brazos y en la calidad de vida. Los cambios encontrados en calidad de vida se relacionaron con disminución del estrés, menos síntomas de depresión y mayor satisfacción con el funcionamiento físico. Al comparar lo resultados de este estudio con otras investigaciones se encontró que en algunas personas con lesión medular, al ser una población que experimenta dolor considerable, los cambios en el dolor inducidos por el ejercicio son mediadores de cambios en la calidad de vida, además en estudios en los cuales se investigaron grupos de esta población con similares cantidades de interacción social, los cambios reportados en la calidad de vida y el bienestar psicológico son mayores en los grupos que además de la interacción social practicaban ejercicio físico[8].

Posteriormente, en el mismo año, se realizó un estudio de tipo longitudinal con una duración de tres meses, que incluyó siete de individuos que participaron en el ensayo clínico controlado de ejercicio físico mencionado anteriormente, con el propósito de examinar la adherencia al ejercicio físico y la persistencia de los beneficios psicosociales obtenidos después de los 9 meses que duró tal estudio. Los siete individuos tuvieron aumentos significativos en la calidad de vida después de los nueve meses de ejercicio físico, respecto al estrés y al dolor no hubo cambios significativos pero si se mantuvieron[52].

Los resultados del estudio de seguimiento mostraron que la adherencia al ejercicio físico disminuyó significativamente después de completar los nueve meses, al disminuir la frecuencia de asistencia al entrenamiento los beneficios psicológicos no se mantuvieron, la calidad de vida percibida disminuyó y el dolor y el estrés y tendieron a aumentar; los autores asumieron que la disminución en la adherencia probablemente se dio por la falta del sentido de compromiso con los investigadores después de los nueve meses del ensayo clínico controlado. Además Los resultados sugieren que el dolor representó el 83% de la variabilidad en la adherencia al ejercicio durante los tres meses de seguimiento, por lo tanto la percepción de dolor es un predictor importante de la práctica de ejercicio físico, por lo cual se deben hacer esfuerzos para el alivio del dolor en esta población, pues a pesar de que la adherencia al ejercicio físico es particularmente difícil en las personas con lesión medular es necesaria para evitar complicaciones de salud y para mantener los aumentos en el bienestar psicológico[52].

Otro estudio que apoyó la relación positiva entre ejercicio físico y calidad de vida fue la revisión de literatura realizada por Devillard y cols. (2007) sobre la eficiencia de los programas de de entrenamiento para personas con lesión medular, donde se encontró que el ejercicio físico tiene diversos efectos positivos sobre la función cardiorrespiratoria, cardiovascular, pulmonar, metabólica, biomecánica, ósea, entre otras y que finalmente tiene un impacto positivo sobre la calidad de vida de la persona, pues le permiten participar de la actividad física y realizar las actividades de la vida diaria de manera independiente y satisfactoria, además de mantener un buen estado emocional. Es importante destacar que uno de los estudios incluidos en esta revisión mostró que las personas con lesión medular con mejores niveles de calidad de vida tenían gran habilidad para trabajar, estudiar y participar en distintas actividades, esto refleja la importancia del ejercicio físico pues permite adquirir ciertas capacidades, adicionales, necesarias para estas actividades de integración social[17].

Con el fin de cuantificar la relación entre el nivel de actividad física y la calidad de vida, Stevens S.L. y cols. en el año 2008 desarrollaron un estudio de tipo

transversal con 62 participantes (32 hombres y 30 mujeres) con lesiones por debajo del nivel C6. Los autores partieron de la hipótesis de que la rehabilitación que se ofrece esta enfocada al entrenamiento de técnicas compensatorias y entrega de equipo de asistencia, lo cual puede llevar a la disminución de la condición física como producto del desuso y finalmente afecta de manera negativa los procesos de reorganización neural y neurogénesis; mientras que si se da una estimulación adecuada a través de la actividad física se observa la recuperación de la función[12].

Para la medición de la variable de actividad física se usó la escala de actividad física para individuos con discapacidades físicas (PASIPD) y un instrumento genérico, la escala de calidad del bienestar (QWB), para la variable de calidad de vida. Se obtuvo una fuerte asociación positiva entre calidad de vida y el nivel de actividad física, de todas las variables estudiadas (nivel de lesión, lesión completa o incompleta, tiempo transcurrido desde la lesión y nivel de actividad física) el nivel de actividad física fue el único predictor significante de calidad de vida. En conclusión los profesionales de la salud deben fomentar y apoyar estilos de vida físicamente activos, sus intervenciones deben promover la actividad física, es un enfoque rentable con pocos efectos negativos [12].

El ejercicio físico fue identificado como un determinante principal de la calidad de vida a través de un estudio transversal retrospectivo realizado por Anneken V. y cols (2010). Se utilizó el QoL Feedback, puesto que es una herramienta específica de medición para individuos dependientes de sillas de ruedas, evitando así los problemas que surgen con las herramientas genéricas. También se encontraron efectos funcionales como aumento de la resistencia física, movilidad y coordinación, así como efectos psicológicos como aumento de la autoconfianza y el autoconcepto. Respecto a la escala de dolor los resultados mostraron que no fue mejorado significativamente por el ejercicio lo cual difiere de los resultados en personas sin lesión medular[61].

Por último, en el año 2010 Martin Ginis y cols. realizaron un metanalisis para determinar si existe asociación entre la actividad física y el bienestar subjetivo en personas con lesión medular. El bienestar subjetivo fue definido para este estudio como el afecto positivo y negativo, la satisfacción con la vida en general y con ámbitos de la vida y La actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético(deportes y otras actividades para mejorar o mantener componentes de la condición física. En esta investigación se incluyeron 21 estudios, en los cuales se observó que el tamaño de las muestras que varió de 7 a 985 sujetos, con diseños transversales en su mayoría, estudios de antes y después, solo dos estudios experimentales sin

aleatorización y un ensayo clínico controlado; en estos estudios se encontraron resultados similares a los de la población general o poblaciones clínicas[10].

El metanalisis mostró que si existe una relación positiva entre la actividad física y el bienestar subjetivo, es importante realizar estudios adicionales para conocer si es una relación causal, la fuerza y la dirección. Cabe anotar que puede haberse subestimado la fuerza de esta relación en el metanalisis dada la dudosa calidad psicométrica de las herramientas de medición de bienestar subjetivo y los pocos estudios con diseño experimentales que permitieran una mejor medición y control[10].

Respecto a los diseños de los estudios incluidos es importante tener en cuenta que los efectos fueron más fuertes en los estudios experimentales y cuasi-experimentales que en los demás diseños, posibles explicaciones de esto es el uso de medidas más confiables en los primeros y una mejor medición y control sobre las características de la actividad física (frecuencia, duración, intensidad, tipo de actividad) que pueden llevar a efectos mayores, sin embargo debido a los pocos estudios experimentales encontrados no es posible afirmar esto[10].

Como recomendaciones para establecer una relación causal entre la actividad física y el bienestar subjetivo también es necesario explicar esta relación a través de sus mecanismos subyacentes, tales como: el surgimiento de sentimientos de logro y dominio con la actividad física, que a su vez aumentan el autoestima, la autoeficacia y el autocontrol; las oportunidades de interacción social y de esta manera el logro de la integración social y el aumento en la producción de neurotransmisores que ayudan a regular la emociones (serotonina, norepinefrina, y dopamina. Finalmente los autores recomiendan para futuras investigaciones proveer información sobre las propiedades psicométricas de los instrumentos usados, sobre las características de las intervenciones de actividad física (frecuencia, duración, intensidad, tipo de actividad) y el uso de instrumentos de medición validados en población con lesión medular[10].

4.5.3 Herramientas de medición de calidad de vida

La calidad de vida es a menudo considerada como el criterio de valoración principal en la investigación, medicina clínica y promoción de la salud cuando los daños son incurables o poco entendidos. El concepto de calidad de vida es difícil de definir debido a su naturaleza multidimensional por lo que no ha sido aprobada

una definición universal, pero se ha puesto en práctica su evaluación con diferentes mediciones genéricas y específicas[62].

Para las personas con lesión medular el aumento en su expectativa de vida y la necesidad de seguimiento a lo largo de la vida, hace que sea importante ampliar los parámetros de los resultados de la atención médica y los servicios de salud para incluir medidas de calidad de vida[63]**;** no obstante, la investigación sobre la calidad de vida después de la lesión medular ha utilizado a menudo instrumentos de medición no validados y la mayor parte de esta investigación no ha tenido fundamento teórico[56].

La investigación sobre calidad de vida en sujetos con lesión medular necesita mejorar desde el punto de vista metodológico, para ello se deben usar instrumentos que han mostrado adecuadas propiedades psicométricas[62], por lo tanto se han realizado estudios de revisión de la literatura disponible en este ámbito para evaluar las características psicométricas de las herramientas de calidad de vida utilizadas en población con lesión medular, a continuación se describen los resultados:

En 1999, Andresen E.M. y cols concluyeron que los instrumentos genéricos de calidad de vida estudiados, entre ellos la SF36, son muy prometedores para su uso en investigación con personas con lesión medular, pues se demostró su validez de constructo y que la carga generada al individuo durante su desarrollo es aceptable; sin embargo este estudio al ser de tipo transversal no pudo probar la capacidad de los instrumentos para medir cambios longitudinales[57].

Según la revisión de literatura realizada por Hallin y cols en el año 2000, existe una amplia variedad de instrumentos para evaluar calidad de vida principalmente debido a la diversidad de definiciones conceptuales de esta, pero el bajo nivel psicométrico de estos instrumentos dificulta la interpretación de los resultados. En esta investigación se evaluaron los criterios de calidad psicométrica (confiabilidad, validez, sensibilidad, interpretabilidad, practicidad y aplicabilidad transcultural) de las herramientas de medición de calidad de vida usadas en la investigación de población con lesión medular, para lo cual fueron distribuidas en tres grupos: instrumentos de un solo ítem, instrumentos específicos e instrumentos genéricos[62].

Los instrumentos de un solo ítem mostraron ser de difícil interpretación y de valor cuestionable por su tendencia a ser unidimensionales, además no aportan información de áreas específicas de la vida. Los instrumentos específicos en

general tuvieron resultados pobres en la evaluación psicométrica, el principal inconveniente es que no es posible hacer comparaciones con la población general y no hay información sobre aplicabilidad transcultural disponible. Por último los instrumentos genéricos tienen como ventaja posibilidad de hacer comparaciones con la población general fortaleciendo así la interpretación de los datos, además se reportaron adaptaciones transculturales y de lenguaje en dos de los instrumentos: encuesta de salud SF- 36 y el SIP (Sickness Impact Profile), pero su desventaja es que al no cubrir áreas especificas de la vida relacionadas con la condición, en este caso de lesión medular, los efectos de piso y de techo son más comunes[62].

Según este estudio la encuesta SF-36 tiene una adecuada fiabilidad y validez, además de que es aplicable a población en general y diferentes grupos de pacientes y su aplicabilidad es transcultural[62, 6], lo que genera la posibilidad de aplicarla en entornos donde los estudios al respecto son limitados.

Posteriormente, en el año 2010, Hill M.R. y colaboradores llevaron a cabo una revisión sistemática de la literatura de calidad de vida en individuos con lesión medular, de la cual se obtuvieron 13 instrumentos de medición que fueron revisados críticamente respecto a sus características psicométricas. Tomado como marco conceptual el esquema de clasificación de instrumentos de calidad de vida propuesto por Dijkers, los estudios fueron clasificados en el enfoque objetivo y el enfoque subjetivo[17].

Respecto a este tipo de clasificación, existe debate sobre qué tipo de enfoque objetivo o subjetivo es mejor usar en la investigación de calidad de vida en personas con lesión medular. Una limitación de los instrumentos de enfoque objetivo es que tienden a sobre-estimar el impacto de la salud y subestimar otros aspectos importantes para el individuo como sus valores y preferencias, además imponen a individuos con diferentes circunstancias de vida y niveles de habilidad los mismos objetivos y dominios de la vida, especialmente aquellos medibles, como los prioritarios para definir su calidad de vida, aún cuando se ha demostrado que las variables especificas como nivel o severidad de la lesión no afectan la calidad de vida objetiva. Por el contrario en el enfoque subjetivo, la calidad de vida solo puede ser determinada por el individuo, considerando los sentimientos o emociones del individuo en el contexto de sus expectativas y logros. Es posible que la solución sea la combinación de los dos enfoques para la investigación en personas con lesión medular[7].

Los resultados de la revisión sistemática mostraron que los instrumentos SIP68 (Sickness Impact Profile), QOLP-PD(Quality of Life Profile for Aduts with Physical

Disabilities), SF 36V(versión con modificación de la escala de funcionamiento físico) y SWBI (Sense of Well-Being Index) son herramientas prometedoras, pero antes de su uso generalizado requieren mayor investigación. Mientras que los instrumentos con mejor desempeño psicométrico, más ampliamente usados y validados son y la escala WHOQOL – BREF y el cuestionario SF-36, la investigación concluyó que el instrumento más aceptable para evaluar calidad de vida después de la lesión medular es el WHOQOL – BREF pues aborda ambos enfoques, subjetivo y objetivo, y se basa en un esfuerzo internacional para definir claramente la calidad de vida[7].

El WHOQOL – BREF es la versión corta de la herramienta de medición desarrollada por el grupo de la organización mundial de salud en colaboración con 15 sitios alrededor del mundo trabajando en su lenguaje nacional, la cual inicialmente contaba con 100 ítems; la versión consta de 4 dominios: físico, psicológico, social y medio ambiente, y sus propiedades psicométricas fueron probadas en 24 países[64]. En Colombia, aunque ha sido utilizada en algunas investigaciones la versión española, no hay estudios que describan si la evaluación de las características psicométricas del instrumento y la adaptación lingüística y cultural han sido realizadas en el país.

Por otra parte, la encuesta de salud SF-36, es una escala ideal por su amplio uso multinacional, su gran evidencia en confiabilidad y validez e información disponible de datos normativos para comparar[57]. Consiste en 36 ítems subdivididos en ocho dominios que son: funcionamiento físico, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, rol emocional y salud mental, todas las ocho escalas contribuyen a la puntuación total de los dos componentes, físico y mental, no obstante, tres de los dominios (funcionamiento físico, rol físico y dolor corporal) tienen una correlación más alta con el componente físico y hacen una mayor contribución a la puntuación total del mismo y de la misma manera salud mental, funcionamiento social y rol emocional correlacionan más altamente con el componente mental[65].

El cuestionario original mostró confiabilidad y validez de apariencia, de contenido, de criterio (concurrente y predictiva) y de constructo[32, 34]. Se usó en más de 40 países en el proyecto International Quality of Life Assessment (IQOLA), está documentado en más de 1.000 publicaciones y su utilidad para estimar la carga de la enfermedad está descrita en más de 130 condiciones[66,67].

Por lo anterior, en el año 2006, se selecciono la encuesta SF-36 para ser adaptada transculturalmente en Colombia, los resultados de la investigación realizada para este fin mostraron que las correlaciones ítem-escala superaron

0,48, la fiabilidad fue mayor de 0,70 y no hubo diferencias en los puntajes de escalas según tipo de aplicación. La fiabilidad inter-observador fue mayor de 0,80; el test-retest superó el 0,70 y no mostró diferencias significativas en las dos aplicaciones. En conclusión la versión colombiana en español del cuestionario SF 36 es un instrumento adaptado y confiable que puede utilizarse adultos sanos o enfermos, alfabetas con cualquier grado de escolaridad, mediante entrevista o autodiligenciado asistido en Colombia[66].

Respecto a la evaluación de las propiedades psicométricas de la encuesta SF 36 en población con lesión medular, estudios han reportado muy buena consistencia interna (α: 0.72–0.98[68] y α: 0.76-0.99[69]), confiabilidad intraevaluador (coeficientes de correlación intraclase de 0.71-0.99[68]) y confiabilidad interevaluador (coeficientes de correlación intraclase de 0.48-0.91[68]). Hay fuerte evidencia de que los componentes físico y mental de la escala tienen correlación con dominios similares en otros instrumentos de calidad de vida, pero los dos componentes no se relacionan entre ellos (correlación de -0.075[7]) y por lo tanto miden constructos diferentes[7].

Sin embargo se ha observado que la redacción de algunas preguntas de la encuesta SF 36 de calidad de vida es inapropiada para las personas con lesión medular usuarias de silla de ruedas[9, 57, 70], específicamente en la escala de funcionamiento físico, donde incluso un estudio ha realizado adecuaciones en esta sugiriendo, por ejemplo, que la palabra “caminar” sea sustituida por otras como “ir”(manteniendo el objetivo de la pregunta que es la locomoción), y que al responder a las preguntas se tenga en cuenta el uso de ayudas técnicas necesarias para la actividad. Aunque este cuestionario modificado, denominado SF-36V para veteranos con lesión medular, ha mostrado validez de constructo y ser una herramienta prometedora para la investigación en lesión medular, requiere mayor investigación para su uso generalizado[7,70].

5. METODOLOGÍA

5.1 DISEÑO O TIPO DE ESTUDIO: Estudio de sujeto único

El estudio de sujeto único es también llamado método de series de tiempo, comparaciones en un mismo sujeto, enfoque centrado en la persona, cada uno de estos nombres resalta las características más importantes del estudio, principalmente aquel que hace énfasis en el aspecto del sujeto como centro del estudio, lo cual se puede comparar con la practica fisioterapéutica pues esta resalta también la importancia de la atención individualizada. Es una gran herramienta para probar la efectividad de tratamientos, pero ha sido dejado atrás por el uso de los diseños experimentales de grupo, con la creencia de que solo estos estudios producen datos científicos. Pero no es posible decir que un estudio es mejor que el otro, el uso de cada uno depende del tipo de pregunta de interés y otros aspectos; la principal diferencia entre los dos es la unidad de análisis, siendo el individuo para el diseño de sujeto único y el grupo para el diseño experimental del grupo[11].

El estudio consiste en una serie de repetidas observaciones, introduciendo una variable (tratamiento) en dichas observaciones y la evaluación de los cambios durante la intervención [11].

Es un diseño Cuasi-experimental que involucra la introducción secuencial o modificación de una intervención para determinar estos efectos en uno o más resultados de las variables, a través de mediciones repetidas. El paciente sirve como su propio control al tomar una serie de mediciones de base que son contrastadas con una serie de mediciones tomadas durante la intervención, este diseño tiene una extensa base de mediciones que establecen la extensión de los cambios en las variables de interés dentro del estudio[11].

Los requerimientos de este paradigma son:
1. Establecer el estado de comportamiento de base con mínimo 3 mediciones
2. Aplicar una estrategia que permita ver la relación causa-efecto
3. Hacer mediciones en varias ocasiones
4. Cambiar solo una variable a la vez para evitar confusiones en saber cual variable es la responsable de los cambios
5. Demostrar un comportamiento estable antes de intervenir
6. Organización de las mediciones
7. Repetición para confirmar la validez externa e interna

En el diseño de sujeto único se tienen en cuenta las siguientes condiciones para aumentar la probabilidad de que el tratamiento es el generador de los cambios: introducción del tratamiento, la estabilidad antes de iniciar el tratamiento, la inmediatez y magnitud del cambio después del tratamiento y la más importante la repetición con otros pacientes y la estrategia de diseño; todas las anteriores mantienen la validez interna de este estudio[11].

También es posible conocer las variaciones a nivel individual gracias a que se centra en un solo sujeto, con varias replicaciones se puede obtener información sobre el cliente y terapeuta en particular y las condiciones medioambientales para producir el resultado. De esta manera se pueden obtener datos suficientes de variabilidad y de lo que puede ser generalizado (validez externa) [11].

El tipo de diseño de sujeto único que fue utilizado en este estudio es el AB, el cual se divide en dos fases, la fase de línea de base o antes de la intervención y la fase de intervención, durante las cuales se deben realizar mediciones buscando cambios entre y dentro de estas fases. Este diseño de sujeto único es el más simple de todos, sin embargo con el cambio entre dos fases se puede saber si un tratamiento sirve y qué tanto.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA:

En el momento de la selección de la muestra el Centro de rehabilitación Neurológica escogido para el desarrollo del estudio contaba con una población de 18 pacientes de género masculino o femenino con diagnóstico de trauma raquimedular, los cuales recibían tratamiento con enfoque funcional. Se seleccionó una muestra de cuatro pacientes de género masculino, pertenecientes a cualquier grupo étnico que asistían constantemente a la institución, para ello se recurrió a un muestreo intencionado de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Pacientes con edades entre 18 y 40 años
- Pacientes con diagnóstico de Trauma raquimedular que tengan conservada la funcionalidad de miembros superiores.
- Pacientes que lleven más de un año de ocurrencia de la lesión
- Pacientes que otorguen el consentimiento informado para la participación en el estudio.

- Concepto médico por parte de fisiatría autorizando la participación en el estudio.
- Pacientes que usen la silla de ruedas para sus actividades de la vida diaria

Criterios de exclusión:

- Pacientes que presenten patologías osteomusculares activas.
- Pacientes con complicaciones agudas del TRM principalmente infecciones urinarias.
- Pacientes con enfermedades cardiovasculares como infarto del miocardio, angina inestable, disritmia o disreflexia autonómica.

5.3 VARIABLES DE MEDICIÓN

Las variables que se incluyen en este estudio se describen en el cuadro a continuación:

Variables independientes: Edad, género, nivel de lesión, clasificación de lesión según ASIA, procedencia, nivel educativo, estrato socioeconómico.

Variables dependientes: Calidad de vida, consumo de oxigeno máximo estimado por la distancia recorrida, resistencia máxima y el nivel de condición física.

Tabla 1. Variables del estudio

Variable	Definición operacional	Nivel de medición	Instrumento
Edad	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Razón	Formato de recolección de datos de HC
Género	Conjunto de aspectos sociales de la sexualidad.	Nominal	Formato de recolección de datos de HC

Nivel de lesión	Es el segmento más caudal con función motora y sensitiva conservada de forma bilateral	Nominal	Formato de recolección de datos de HC
Clasificación de la lesión	Síntesis del estado neurológico del traumatizado raquimedular	Nominal	Formato de recolección de datos de HC
Procedencia	Lugar del que procede la persona (Actual lugar donde vive)	Nominal	Encuesta sociodemográfica
Nivel educativo	Se refiere al periodo, medido en años escolares, que una persona ha permanecido en el sistema educativo formal.	Nominal	Encuesta sociodemográfica
Estrato socioeconómico	Clasificación de los inmuebles residenciales de acuerdo con los lineamientos del DANE, teniendo en cuenta el nivel de pobres de los propietarios, la dotación de servicios públicos domiciliarios, la ubicación (urbana, rural), entre otros	Ordinal	Encuesta sociodemográfica
Calidad de vida relacionada con la salud **(componente físico y mental)**	sensación subjetiva y personal de bienestar	Ordinal	Encuesta SF-36
Resistencia máxima	número máximo de veces que se puede alzar una carga con buen técnica antes de fatigarse	razón	Test RM
Consumo de oxigeno máximo estimado	cantidad máxima de oxigeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo	Razón	Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchairs users

Nivel de condición física	Habilidad de realizar un trabajo diario con vigor y efectividad retardando la aparición de fatiga (cansancio)	ordinal	Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchairs users

5.4 ASPECTOS ETICOS

Conforme a la norma 008430 de 1998 este estudio se clasifica como riesgo mayor que el mínimo, debido a que a pesar de ser un estudio prospectivo que emplea el registro de datos a través de procedimientos comunes como exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, también se aplicará un protocolo de entrenamiento aeróbico con población que presenta trauma raquimedular con funcionalidad conservada en miembros superiores esto indica que su condición de salud disminuye su capacidad aeróbica y el tratamiento al cual se someten demanda dicho componente para su mejora. Esto se realiza bajo protocolos de evaluación y entrenamiento aprobados, con personal calificado para su ejecución y con el seguimiento estricto de la directora del proyecto de investigación. En relación al componente psicológico se realizarán entrevistas y encuestas que darán cuenta de la percepción de la calidad de vida de los sujetos y no incidirán directamente sobre aspectos psicológicos que puedan generar efectos adversos en los pacientes como evocación de recuerdos, regresiones, etc.

Debido a la clasificación de riesgo mayor que el mínimo de este estudio se entregará un informe semestral el Comité de Ética Humana de la Facultad de Salud.

Los riesgos a los que se encontraron sometidos los sujetos fueron: presencia de mareo, dolores musculares, incremento en la tensión arterial y frecuencia cardiaca y respiratoria durante la aplicación del protocolo, alteración en la saturación arterial de oxigeno y riesgo de caída en la aplicación la prueba de propulsión de la silla de ruedas durante 12 minutos (*field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchairs users*). En respuesta a los riesgos presentados y como plan de contingencia se establecieron las siguientes estrategias para prevenirlos y tratarlos: Evaluación previa de los pacientes por parte de fisiatría en donde el especialista dará un aval médico para incluir a los pacientes en el estudio, consultoría constante al paciente por parte de los investigadores y evaluadores sobre sus síntomas durante el desarrollo de las actividades, aplicación de

acciones preventivas previas a la actividad física como lo es trabajo de calistenia, estiramientos musculares e hidratación, monitoreo constante de signos vitales durante el desarrollo de las actividades, y en la aplicación la prueba de propulsión de la silla de ruedas durante 12 minutos, el evaluador verificó que el terreno en el que se desarrolla fuera el adecuado (sin presencia de barreras que impidan el desplazamiento) así como también acompañó a distancia muy cercana del paciente el desarrollo de la prueba. Adicionalmente, se le indicó a la persona sobre como disponer el cuerpo ante posibles mecanismos de caída con el fin de evitar lesiones de consideración y siempre se tuvo a disposición un equipo de primeros auxilios. En caso de cualquier evento adverso se presentará informe inmediato al Comité de Ética Humana de la Facultad de Salud.

Siguiendo los lineamientos estipulados a nivel nacional e institucional, se entregó, explicó y se resolvieron dudas para la firma de un consentimiento informado a cada uno de los participantes del estudio, en dicho consentimiento se tuvieron en cuenta aspectos como: el tema de la investigación, el propósito del estudio, el número total de sujetos que se esperaba que participaran en el estudio, el tiempo durante el cual se esperaba que el sujeto debía participar en el estudio, los procedimientos a los cuales estaría sometido el sujeto tanto experimentales como no experimentales, la responsabilidad del sujeto, los riesgos y beneficios, las alternativas en caso de que existieran, las compensaciones por su participación, los gastos en que incurrirá el sujeto, el carácter voluntario de su participación, la garantía de confidencialidad de la información, el derecho a conocer la información nueva respecto al estudio si la hubiera, las personas encargadas del estudio a las que podía contactar y sus respectivos teléfonos, las circunstancias bajo las cuales se terminaría su participación en el estudio, la solicitud al participante de autorización para la utilización de muestras y datos en otros estudios y laboratorios previa aprobación del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana CIREH, se solicitó la firma de dos (2) testigos y se entregó una copia del consentimiento informado al participante. El anonimato se garantizó mediante la firma de las partes en el consentimiento informado. (ANEXO A)

Finalmente, se siguieron los principios planteados en la declaración de Helsinki, prevaleciendo la primacía del bienestar de los seres humanos sujetos del estudio, sobre los intereses de la ciencia; además, se puso especial atención a los factores del ambiente que pudieron interferir sobre la población a estudiar.

5.5 MATERIALES E INSTRUMENTOS

MATERIALES

Se utilizaron materiales consumibles como papel, lapiceros, lápices, CD-ROM, cartuchos de impresora, además otros materiales no consumibles como, equipos y

maquinas de acondicionamiento físico, pulsooxímetro, fonendoscopio, equipo de cómputo, memorias USB, tensiómetro, cronómetro, metro.

INSTRUMENTOS

a. Formato de recolección de datos de historias clínicas (ANEXO B)

b. *Cuestionario* SF-36v2 *de calidad de vida:* es un instrumento de gran potencial para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud, el cual es aplicable a población general o grupos de población específicos, con fines como comparar la carga de la enfermedad, conocer los beneficios de diversos tratamientos sobre el estado de salud y valorar el estado de salud de pacientes individuales. El cuestionario original mostró confiabilidad y validez de apariencia, de contenido, de criterio (concurrente y predictiva) y de constructo. [32, 34]**.** Se usó en más de 40 países en el proyecto International Quality of Life Assessment (IQOLA), está documentado en más de 1.000 publicaciones, su utilidad para estimar la carga de la enfermedad está descrita en más de 130 condiciones y por su brevedad y comprensión se usa ampliamente en el mundo[66, 67].

   El cuestionario SF-36 esta compuesto por los siguientes aspectos salud: salud mental, rol emocional, función social, función física, rol físico, dolor corporal, vitalidad, salud general e incluye una pregunta sobre como ha cambiado el estado de salud respecto al año anterior. Estos aspectos se valoran a través de 36 preguntas. Puede ser autoadministrado, o realizado por llamada telefónica o entrevista personal[66, 67]. (ANEXO C)

c. Escala de Borg: este instrumento mide el esfuerzo percibido por el sujeto al realizar ejercicio físico, según Morgan 1973, el concepto del esfuerzo percibido es una valoración subjetiva que indica la opinión del sujeto respecto a la intensidad del trabajo realizado. Esta escala ha sido ampliamente usada, incluso en el ámbito clínico, ha sido diseñada para aplicar a cualquier individuo pero no debe aplicarse aisladamente, es decir sin los demás signos clínicos y datos pertinentes.

   La escala de Borg es una de las herramientas utilizadas para la prescripción de la intensidad del ejercicio físico, Pollock y Filmore mostraron la correlación entre la frecuencia cardiaca, los niveles de lactato y de oxigeno al expirar con la escala de Borg, esto demuestra la precisión con la que este instrumento califica es esfuerzo realizado por el sujeto durante el ejercicio[71] (ANEXO D)

d. Prueba de Cooper de 12 minutos modificada: Franklin y cols. desarrollaron una prueba de Cooper de 12 minutos modificada para estimar el consumo de oxigeno y el nivel de condición física en usuarios de sillas de ruedas, la cual fue contrastada con una prueba de laboratorio. La prueba consiste en recorrer a su ritmo cubriendo la mayor distancia posible en 12 minutos con una silla estándar en una pista plana cubierta, que va a estar marcada cada 50 metros, se brinda una orientación de la mejor técnica de propulsión antes de iniciar la prueba[29].

   La correlación del test de campo con el VO_2 máximo determinado en laboratorio fue altamente significativa (r: 0.84; p< .001) lo que sugiere que puede dar una buena estimación del consumo de oxigeno máximo en usuarios de silla de ruedas[29].

e. Encuesta sociodemográfica para los sujetos realizada por los autores del proyecto de investigación. (ANEXO E)

f. Formato de evaluación realizado por los autores del proyecto de investigación, para consignar los resultados de la prueba de campo para predecir consumo de oxigeno y el nivel de condición física. (ANEXO F)

g. Formato de evaluación de la prueba de resistencia máxima para medir fuerza muscular diseñado por Giovanna Cervera, Milena Marín y Oscar Marín, estudiantes de la Universidad del Valle que desarrollan proyecto de investigación paralelo denominado: Efectos de la aplicación de un protocolo de fuerza-resistencia en miembros superiores y capacidad aérobica en la independencia funcional en pacientes con lesión medular parapléjicos que asisten a un centro de rehabilitación neurológica en Cali (ANEXO G)

5.6 PROCEDIMIENTOS

FASE I: PREPARACIÓN PARA EL ESTUDIO

Se realizó la respectiva gestión para obtener la autorización de acceso al lugar, los documentos administrativos y todos los instrumentos necesarios para el desarrollo de la investigación a través de una carta a la dirección científica de la institución

donde se llevará a cabo la misma, dicha institución respondió otorgando el aval. Luego se presentó ante el comité ética de la facultad de salud de la Universidad del Valle el proyecto de investigación, el cual envió una carta el 09 de noviembre de 2011 solicitando a los investigadores la aclaración de algunos aspectos de la metodología, después de realizar las aclaraciones correspondientes al Comité de Ética, el 30 de noviembre de 2011 se obtuvo el aval para iniciar la investigación (ANEXO N).

FASE II: DISEÑO Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS

A continuación se describen los procedimientos realizados para el diseño y ajuste de los instrumentos.

Encuesta Sociodemográfica. La prueba piloto de la encuesta sociodemográfica se realizó el día 12 de diciembre de 2011 en un centro de rehabilitación de la ciudad de Cali con un paciente de dicha institución de género masculino, 24 años de edad, con lesión medular a nivel T11, quien aceptó participar de la prueba mediante firma del consentimiento informado. El tiempo total en que el sujeto completó la encuesta fue de 8 minutos y 48 segundos, respecto a los ajustes realizados en ésta se especificó la diferencia entre ciudad de nacimiento y ciudad de procedencia, se retiró la pregunta relacionada con clasificación ASIA de la lesión medular y se remplazó por la pregunta tipo de lesión, teniendo como posibilidades de respuesta: Completa o Incompleta. Finalmente la definición de educación formal se ubicó debajo de la pregunta formulada, con el fin de que el paciente la considere en la respuesta.

Formato de recolección de datos de la historia clínica. Para el ajuste del formato de recolección de datos de la historia clínica, se llevó a cabo la prueba piloto el día 14 de diciembre de 2011 en el Centro de Rehabilitación Neurológica Teravida, con un sujeto de género masculino, 32 años de edad, con lesión medular a nivel C7 / T1, quien aceptó participar mediante firma del consentimiento informado. La aplicación del formato requirió de 29 minutos y 18 segundos, el cual no fue modificado debido a que es coherente con los formatos de historias clínicas que se utilizan en la institución en la que se llevará a cabo la investigación.

Encuesta de calidad de vida SF36, medición de calidad de vida. Existen diversos instrumentos para valorar la calidad de vida relacionada con la salud, la selección del mas adecuado para el desarrollo de este estudio implicó la búsqueda en la literatura de revisiones previas que compararan los diferentes instrumentos y las características de varios de ellos como son la versión corta de la Calidad de

Vida de la Organización Mundial de la Salud (WHOQOL-BREF), el Sickness Impact Profile (SIP-68), y el Short Form -36 (SF-36)[59].

Debido a la importancia de escoger instrumentos que ya han demostrado ser confiables y válidos, se seleccionó el Short Form -36 (SF-36) que ha sido validado y ha demostrado ser una herramienta viable para la evaluación de la calidad de vida en la población general, así como en diferentes grupos de pacientes[6]. Su aplicabilidad es transcultural[62] y es un instrumento que ha sido aplicado en población con lesión medular.[6, 62.]

La adquisición del instrumento se hizo a través de un contacto vía internet con QualityMetric Incorporated quien concedió una licencia para el uso del SF-36v2®-Encuesta de Salud (ANEXO C) durante el tiempo de investigación; la guía de administración (SF-36 v2® Health Survey: Administration Guide For Clinical Trial Investigators)[8] y el software de puntuación.

Para el entrenamiento de los investigadores en la aplicación de la encuesta, se realizó la prueba el día 19 de enero de 2012 en un Centro de Rehabilitación Neurológica de la ciudad de Cali, con un sujeto de género masculino, de 32 años de edad con lesión medular a nivel C7 / T1, quien aceptó participar mediante firma de consentimiento informado. El tiempo de desarrollo de la prueba fue de 14 minutos con 20 segundos, con esta se determinó que los evaluadores deberán ser rigurosos con la aplicación del cuestionario de acuerdo a los parámetros de la SF-36v2 Health Survey: Administration Guide for Clinical Trial Investigators, aunque parece que algunas preguntas no aplican para ciertas poblaciones (como en el caso de la población con trauma raquimedular en las preguntas de movilidad mediante marcha), el instrumento debe diligenciarse todo, pues uno de sus objetivos es precisamente el de determinar la percepción de la calidad de vida de las personas considerando todos los aspectos. Otro factor relevante es hacer la lectura de las preguntas cuando el paciente así lo solicite, que se hará de manera literal y no se deberán cambiar palabras o dar sugerencias de respuesta.

La encuesta de calidad de vida SF-36v2 fue aplicada durante la investigación entregándola en medio impreso a los casos, quienes la contestaron por sí mismos, de acuerdo a la interpretación que cada uno hacía de las preguntas.

Prueba de Cooper de 12 minutos modificada para medición de VO2max estimado y otras variables cardiovasculares y Formato de evaluación de capacidad aeróbica. Después de la revisión de literatura se encuentra que el estándar para medir consumo de oxigeno máximo son las pruebas máximas

incrementales que se realizan en laboratorio, sin embargo son más costosas y requieren equipos y profesionales especializados lo cual dificulta la reevaluación regular de los sujetos para un programa de rehabilitación; mientras que las pruebas de campo por su sencillez y bajo costo son fácilmente reproducibles en nuestro medio; razón por la cual para fines de esta investigación se escoge una prueba de campo.

La prueba escogida para la medición la variable de VO2max estimado es la desarrollada por Franklin y colaboradores, siendo la única encontrada en la literatura para usuarios de sillas de ruedas. Ellos desarrollaron una prueba de Cooper de 12 minutos modificada para estimar el consumo de oxigeno de usuarios de silla de ruedas, la cual fue contrastada con una prueba de laboratorio. La correlación del test de campo con el VO2 máximo determinado en laboratorio fue altamente significativa (r: 0.84; p< .001) lo que sugiere que puede dar una buena estimación del consumo de oxigeno máximo en usuarios de silla de ruedas. Además este estudio estableció los niveles de estado cardiovascular basados en la prueba de 12 minutos de pobre a excelente. Las ventajas de la prueba son que usa un gesto habitual para los usuarios de silla de ruedas, no tiene ningún costo, pueden realizarlo varias personas a la vez y no requiere personal ni equipos especializados[29]. El valor puntual del consumo máximo estimado se calcula introduciendo la distancia recorrida en una hoja de Excel en formato HTML encontrada en la dirección *http://www.brianmac.co.uk/wheelchairtest.htm*, dicho sitio tiene la autorización del autor para su uso en la presente investigación.

El entrenamiento de los investigadores en la ejecución de la prueba se llevó a cabo mediante la aplicación de esta a un sujeto con características similares a los del estudio, ya que se trató de un usuario de silla de ruedas con paraplejía, de género masculino, con 40 años de edad; siguiendo los lineamientos establecidos en la investigación de Franklin y cols que radican en que las personas usuarias de sillas de ruedas recorran a su ritmo la mayor distancia posible en 12 minutos sobre una pista plana[29].

La prueba fue aplicada en el Estadio Pedro Grajales, ubicado en la Unidad Deportiva Panamericana de la ciudad de Cali, el día 23 de diciembre de 2011. Se utilizó la pista atlética de dicho escenario la cual es plana y tiene una medida total de 400 metros que fueron marcados cada 100 metros.

Inicialmente se llevó a cabo la firma del consentimiento informado con lo cual el sujeto acepta su participación voluntaria en la prueba y se aclaran las dudas sobre metodología, riesgos, acciones de contingencia y demás; posteriormente se realiza la prueba registrando en el formato de evaluación diseñado por los

investigadores los datos del momento previo, durante y después de la prueba; dicho formato de evaluación se ajustó agregando el registro de la tensión arterial basal e inmediatamente después de finalizar la prueba. Durante la ejecución de la prueba los investigadores se distribuyeron en la pista para vigilar la realización de esta y registrar los datos correspondientes.

El sujeto finaliza la prueba con éxito, con una duración de 40 minutos desde el momento de toma de los datos iniciales hasta el periodo de enfriamiento y de acuerdo con lo observado durante la misma se define el siguiente protocolo (ANEXO H):

Todos los datos se deben registrar en el formato de evaluación de capacidad aérobica (ANEXO F).

Prueba de resistencia máxima, medición de fuerza muscular. El "máximo de una repetición" (1MR) hace referencia al peso máximo que puede levantar el participante por medio de una gama entera de movimiento en contra de la gravedad[28]; según Rodríguez y Chagas (2003) el test de una repetición máxima es definido operativamente como la carga más pesada que se puede mover en un rango específico de movimiento, una sola vez y con un rendimiento correcto[38].

El test de una repetición máxima (RM) es de fácil aplicación, no requiere equipos ni maquinaria costosa y va acorde con las características de los participantes del estudio, ya que sus miembros superiores no se encuentran afectados por la lesión medular y el test aplica para personas cuya fuerza muscular es buena, es decir equivalente a 4/5 o 5/5 en una prueba muscular manual[28].

La metodología de la evaluación se basó en el protocolo diseñado por Giovanna Cervera, Milena Marín y Oscar Marín, estudiantes de la Universidad del Valle que desarrollan proyecto de investigación paralelo denominado: Efectos de la aplicación de un protocolo de fuerza-resistencia en miembros superiores y capacidad aérobica en la independencia funcional en pacientes con lesión medular parapléjicos que asisten a un centro de rehabilitación neurológica en Cali (ANEXO I) y en conjunto con ellos fue aplicada la prueba piloto del protocolo en las instalaciones del Centro de Rehabilitación Neurológica TeraVida, de la ciudad de Cali, el día 13 de enero de 2012 en horas de la mañana. El participante fue un sujeto con características similares a los del estudio, ya que se trató de un usuario de silla de ruedas con paraplejía, de género masculino, con 40 años de edad, quien había firmado previamente un consentimiento informado aceptando su participación en las pruebas piloto de la presente investigación.

Se explica al participante la metodología del test y después se realiza la prueba piloto registrando los datos correspondientes en el formato de recolección de datos para evaluación de RM diseñado por los investigadores del proyecto denominado: Efectos de la aplicación de un protocolo de fuerza-resistencia en miembros superiores y capacidad aérobica en la independencia funcional en pacientes con lesión medular parapléjicos que asisten a un centro de rehabilitación neurológica en Cali (ANEXO H)

El sujeto finaliza la prueba con éxito, con una duración de 2 horas con 30 minutos desde el momento de toma de los datos iniciales; de acuerdo con lo observado se mantiene el mismo protocolo haciendo las siguientes observaciones para la aplicación: se debe vigilar la correcta posición del sujeto y cerciorarse de que éste haya entendido el movimiento a realizar antes de colocar carga para evitar compensaciones en el momento de la evaluación.

FASE III: SELECCIÓN DE LA MUESTRA:

Se revisó la historia clínica de los pacientes con trauma raquimedular que asisten al centro de rehabilitación neurológica y se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión. Después de saber cuáles eran aptos para participar en el estudio se les convocó a una reunión en la institución con los investigadores quienes dieron a conocer el problema del cual surge la investigación, el objetivo de la misma, y explicaron lo contenido en el consentimiento informado. Luego se firmó el consentimiento, se entregó una copia de este al participante, otra para el grupo investigador y otra se anexó a la historia clínica.

Gráfica 1. FLUJOGRAMA



FASE IV: RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN:

La fase de recolección de la información se llevo a cabo antes y durante la intervención como se describe a continuación:

Antes de la intervención los investigadores aplicaron el formato de recolección de datos de historias clínicas y la encuesta sociodemográfica para caracterizar la población objeto del estudio. Posteriormente se llevaron a cabo las tres evaluaciones de la fase A, cada una estuvo separada por un periodo de 2 semanas, se aplicó la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos, la prueba de repetición máxima y la encuesta SF- 36 de calidad de vida.

Durante la implementación del protocolo los investigadores realizaron las 4 evaluaciones correspondientes a la fase B del estudio con las mismas tres pruebas mencionadas, la evaluación número 4 de cada una se realizó 2 semanas después de la anterior, luego cada evaluación estuvo separada por un periodo de tres semanas.

Los resultados de las siete evaluaciones se consignaron en el formato de evaluación de capacidad aérobica diseñado por los investigadores de este estudio y en el formato de recolección de datos para evaluación de RM diseñado por los investigadores Giovanna Cervera, Milena Marín y Oscar Marín, estudiantes de la Universidad del Valle que desarrollaron un proyecto de investigación paralelo denominado: Efectos de la aplicación de un protocolo de fuerza-resistencia en miembros superiores y capacidad aérobica en la independencia funcional en pacientes con lesión medular parapléjicos que asisten a un centro de rehabilitación neurológica en Cali.

Respecto al protocolo de ejercicio físico, Los investigadores lo diseñaron y aplicaron en las instalaciones del Centro de Rehabilitación Neurológica Teravida basados en la literatura disponible, los horarios de entrenamiento se ajustaron de lunes a jueves según la disponibilidad de tiempo de los participantes.

El protocolo de ejercicio físico tuvo una duración total de 11 semanas, con una frecuencia de 3 a 4 veces por semana, las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración de 90 minutos, durante los cuales se realizó el calentamiento inicial, las actividades centrales de ejercicio aeróbico y fuerza resistencia y un periodo de enfriamiento o vuelta a la calma.

Las actividades para el componente de ejercicio aeróbico fueron la propulsión de silla de ruedas o ergometría de brazos a una intensidad de 40% a 75% de la frecuencia cardiaca máxima ó sobre los niveles de 12 a 16 en la escala de Borg de 20 puntos y para el componente de fuerza resistencia se realizó levantamiento de pesas con intensidades comprendidas entre el 40 al 75% del RM y ejercicios de autocarga y core. Los rangos de intensidad se incrementaron progresivamente a lo largo del entrenamiento (ANEXO J).

FASE V: ANÁLISIS DE DATOS:

Para las variables correspondientes capacidad aeróbica y fuerza muscular, se realizó un análisis descriptivo en los casos 1, 3 y 4, a través del cual se calcularon los promedios de las 3 evaluaciones realizadas antes de la intervención (fase A), promedios de las 4 evaluaciones realizadas durante la intervención (Fase B), la diferencia de tales promedios.

En el caso 2 para las variables correspondientes a capacidad aeróbica y fuerza muscular no fue posible realizar análisis estadístico por las pocas mediciones realizadas, por tanto solo se utilizó el análisis visual considerando dos evaluaciones realizadas antes de la intervención (fase A) y dos evaluaciones durante la intervención (Fase B).

En la variable de calidad de vida relacionada con la salud, debido a los cortos periodos de tiempo entre mediciones se dio una amplia oscilación entre las puntuaciones obtenidas por lo que solo se comparo la inicial versus la final

El registro de los datos y su tratamiento gráfico se realizó con el programa de Microsoft® Excel con el apoyo de profesionales en estadística

6. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados que incluyen una descripción general de las características sociodemográficas y clínicas de los sujetos, posteriormente se describen los resultados por cada caso siguiendo el orden de características sociodemográficas, características clínicas, cambios en la calidad de vida, cambios en la capacidad aeróbica y cambios en la fuerza muscular.

6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

Tabla 2. Características sociodemográficas de los sujetos al inicio del estudio

CASO	Género	Edad	Origen	Procedencia	Estrato socioeconómico	Estado Civil	Situación laboral	Nivel educativo
1	M	22	MV	SC	4	S	D	ESI
2	M	21	MFV	SC	2	S	D	PC
3	M	32	SC	SC	3	S	D	ESI
4	M	21	SC	SC	1	UL	D	BI

M: masculino; **SC:** Santiago de Cali; **MV:** Municipio del Valle; **MFV:** Municipio fuera del Valle **S:** Soltero; **UL:** Unión libre; **D:** Desempleado; **PC:** primaria completa, **BI:** Bachillerato incompleto; **ESI:** Educación superior incompleta

El estudio contó con la participación de 4 sujetos de género masculino con un promedio de edad de 24 años, dos de ellos nacidos en la ciudad de Santiago de Cali/Valle del Cauca, uno en Buga/Valle del Cauca y otro en El Tambo/Cauca; todos proceden de la ciudad de Santiago de Cali, pertenecen a diferente estrato socioeconómico entre 1 y 4, el estado civil varía entre soltero y unión libre y en cuanto al nivel educativo un sujeto tiene primaria completa, otro bachillerato incompleto y dos tienen educación superior incompleta.(Tabla 2)

6.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Tabla 3. Características clínicas de los sujetos al inicio del estudio

CASO	Nivel de lesión	Clasificación de la lesión (Escala ASIA)	Motivo de lesión	Tiempo de lesión (meses)
1	C7	A	LPA	>24
2	C6	A	OTA	>24
3	T4	C	OTA	>24
4	T4	A	LPA	13 a 24

LPA: Lesión por agresión; **OTA:** Otro tipo de accidente

Todos los sujetos tuvieron diagnóstico de trauma raquimedular, de los cuales dos presentaron lesión a nivel de T4, uno lesión a nivel de C6 y otro a nivel de C7; la clasificación de la lesión según la escala ASIA fue A para tres sujetos y C para un sujeto; el motivo de lesión varió entre lesiones por agresión y otro tipo de accidente y el tiempo de lesión para todos fue de más de un año, estando tres de ellos en un rango superior a dos años. (Tabla 3)

6.3 CASO 1

6.3.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

A partir de los datos arrojados por la encuesta sociodemográfica se encontró que el sujeto es de género masculino, de 22 años de edad, de origen en la ciudad de Guadalajara de Buga, departamento del Valle del Cauca y procedente de la ciudad de Cali.

Desarrolla estudios de educación superior, no cuenta con un empleo, su estado civil es soltero, no tiene hijos y en cuanto a la participación en actividades comunitarias refiere que antes y después de la lesión ha participado en actividades culturales y de tiempo libre y ocio. Su residencia está ubicada en zona urbana, estrato socioeconómico 4, de una sola planta y fácil acceso de acuerdo con la percepción del sujeto.

6.3.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

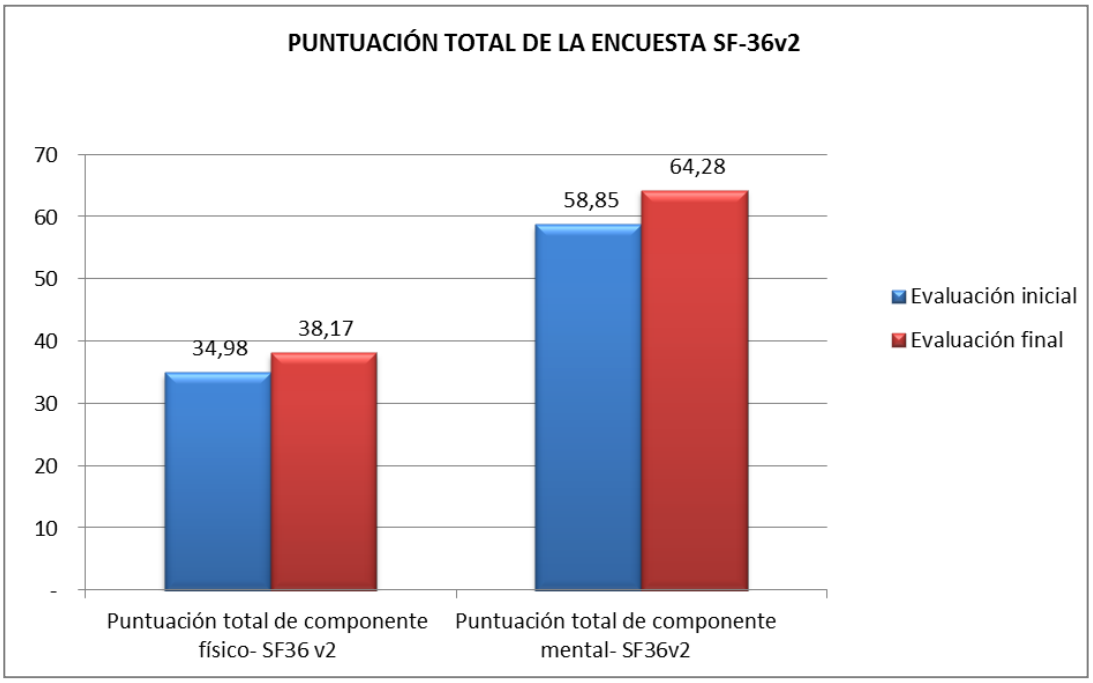
A través de la revisión de la historia clínica se encontró que presentó lesión medular completa (ASIA A) a nivel de C7-T1 el 04 de marzo de 2008 a causa de una herida por arma de fuego, fue intervenido quirúrgicamente el mismo día con reconstrucción de esófago y tráquea. Desde el 13 de febrero de 2009 asiste a un Centro de Rehabilitación Neurológica de la ciudad de Cali en donde ha recibido atención por parte de varias disciplinas incluyendo fisioterapia, terapia ocupacional y psicología. Después de su lesión ha presentado como complicaciones infecciones urinarias y escaras.

En la última evaluación documentada se reporta sensibilidad superficial y profunda ausente a partir de T4 y presente para la temperatura, su tono muscular según la escala de Asworth fue valorado en 1+ a nivel proximal y 2 a nivel distal.

6.3.3 CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA

La gráfica 2 muestra los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta SF-36v2 para calidad de vida relacionada con la salud, se presentan los resultados para el componente físico y para el componente mental.

Gráfica 2



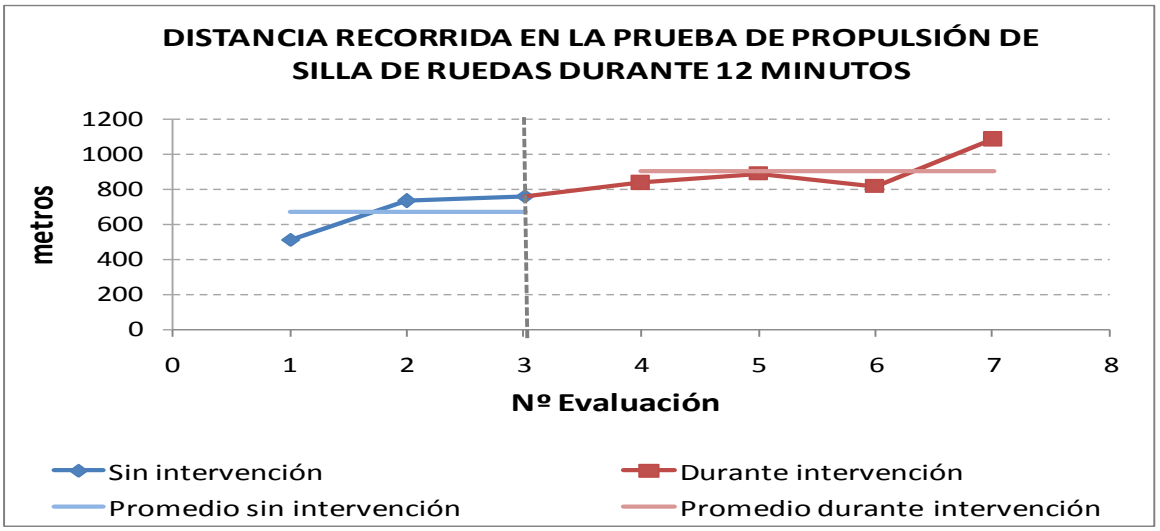
La gráfica muestra que la puntuación total del componente físico de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 35 puntos y un valor final de 38 puntos. La puntuación total del componente mental de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 59 puntos y final de 64 puntos.

6.3.4 CAMBIOS EN LA CAPACIDAD AERÓBICA

Las gráficas comprendidas entre la 3 y la 5 muestran los resultados obtenidos en la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos que corresponden a la distancia recorrida, consumo de oxigeno máximo estimado y nivel de condición

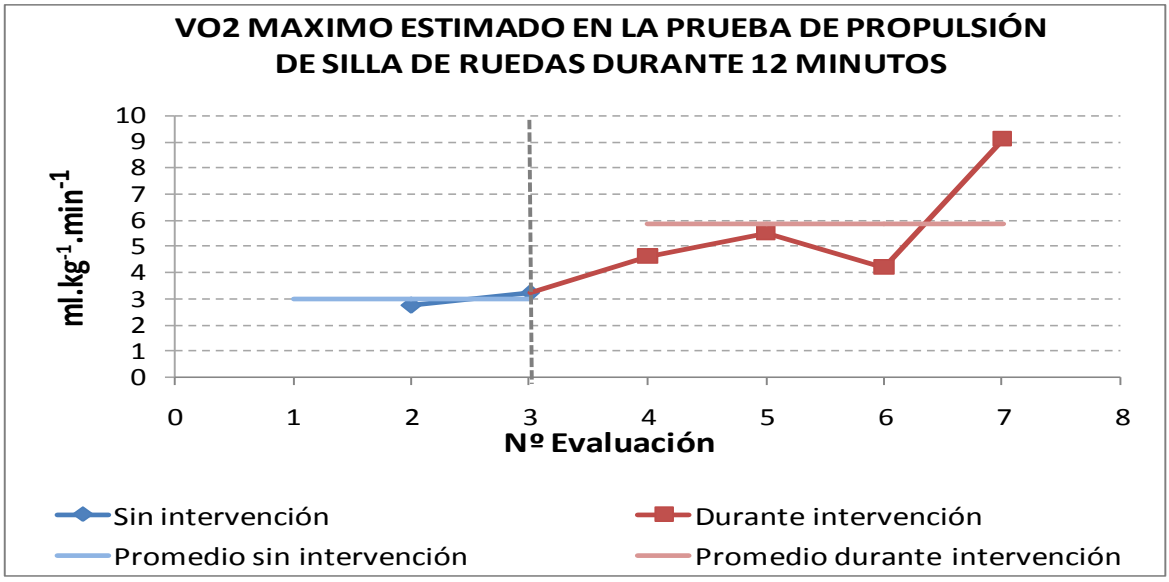
física, a través de las cuales se pueden apreciar los cambios en la capacidad aeróbica.

Gráfica 3



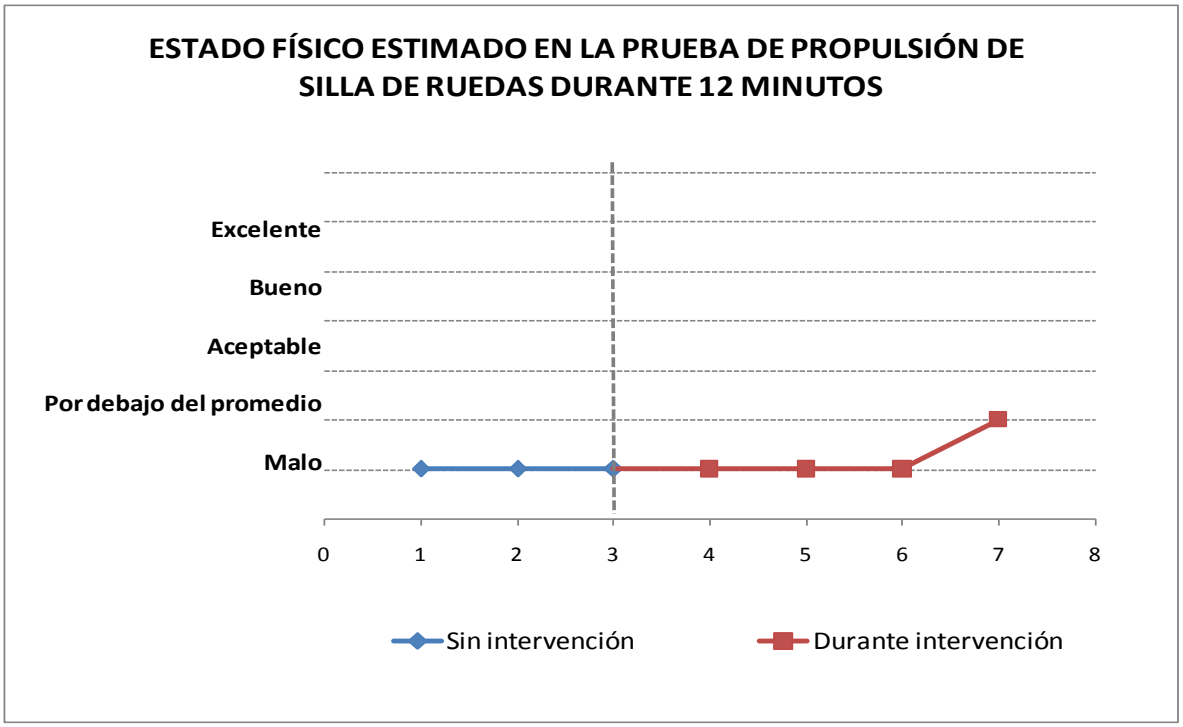
En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto suspendió la prueba a los 7 minutos con 30 segundos argumentando no poder continuar por cansancio, en este tiempo alcanzó a recorrer una distancia de 513,60 metros; en todas las evaluaciones siguientes el sujeto completó la prueba logrando en la evaluación final de la fase B una distancia de 1088,64 metros. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 669,69 metros y en la fase B fue de 908,01 metros, el incremento promedio fue de 238,32 metros durante la intervención.

Gráfica 4



En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto suspendió la prueba a los 7 minutos con 30 segundos lo cual no permitió establecer un valor para el consumo máximo de oxigeno estimado; en la evaluación No 2 completó la prueba obteniendo un valor de 2,74 ml.Kg.min^{-1} y en la fase de intervención se observa un incremento, alcanzando en la evaluación final un valor de 9,12 ml.Kg.min^{-1}. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 2,98 ml.Kg.min^{-1} y en la fase B fue de 5,86 ml.Kg.min^{-1}, evidenciando un incremento de 2,89 ml.Kg.min^{-1} en el promedio durante la intervención.

Gráfica 5

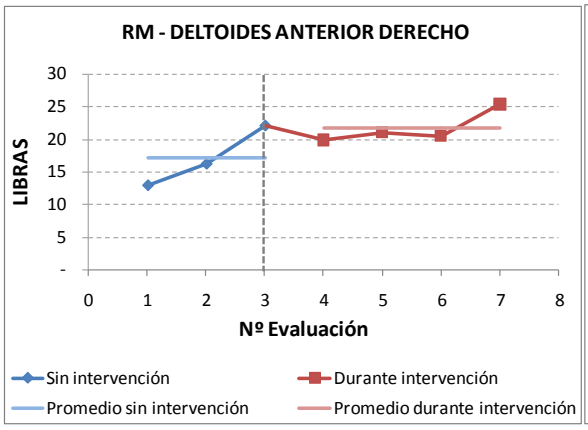


La gráfica muestra que antes y durante el protocolo de entrenamiento el sujeto mantuvo un nivel de condición física pobre, con excepción de la evaluación final en la que asciende a un nivel de condición física por debajo del promedio.

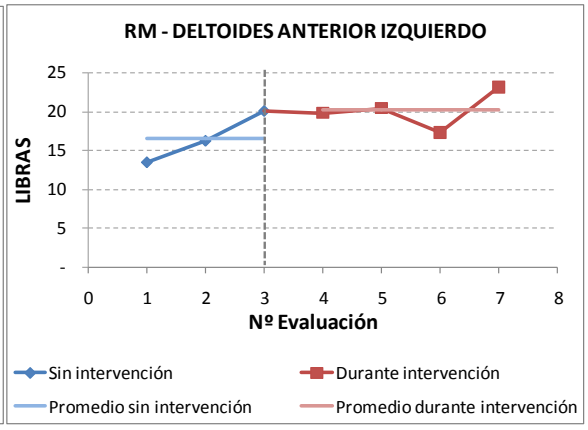
6.3.5 CAMBIOS EN LA FUERZA MUSCULAR

Las gráficas comprendidas entre la 6 y la 28 muestran los resultados obtenidos con la prueba de fuerza empleada para hallar la resistencia máxima (RM) de cada músculo, a continuación se describe cada una.

Gráfica 6

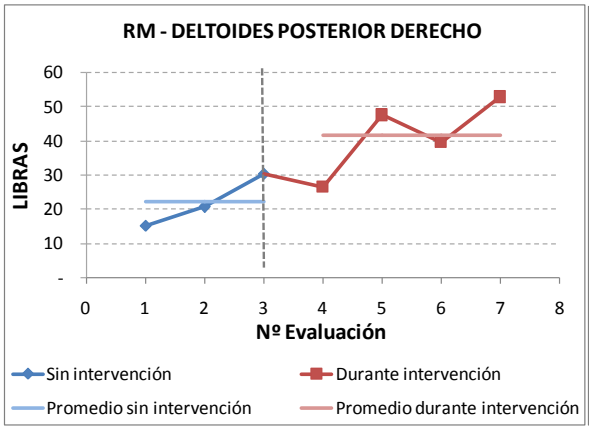


Gráfica 7

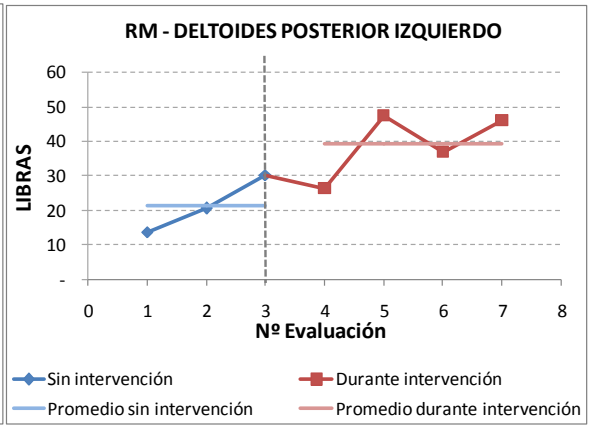


En la resistencia máxima de la porción anterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 12,98 libras y en la evaluación final de 25,34 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 17,13 libras y en la fase B de 21,65 libras, evidenciando un incremento de 4,52 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 13,55 libras y en la evaluación final de 23,10 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 16,62 libras y en la fase B de 20,15 libras, evidenciando un incremento de 3,53 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 8



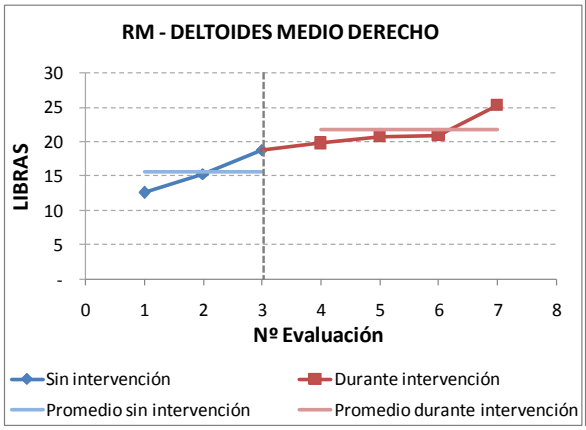
Gráfica 9



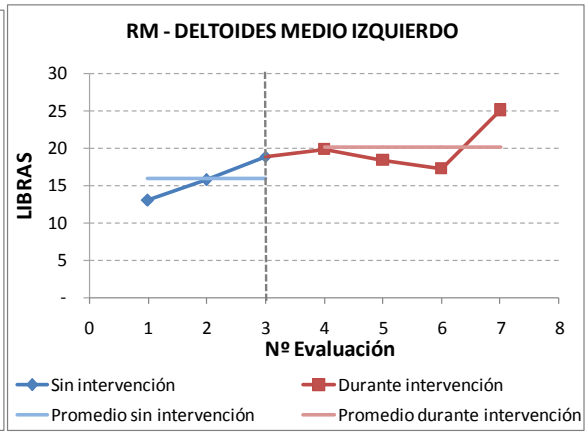
En la resistencia máxima de la porción posterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 15,31 libras y en la evaluación final de 52,91 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 22,15 libras y en la fase B de 41,67 libras, evidenciando un incremento de 19,51 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la

evaluación inicial fue de 13,82 libras y en la evaluación final de 46,07 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 21,66 libras y en la fase B de 39,27 libras, evidenciando un incremento de 17,61 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 10

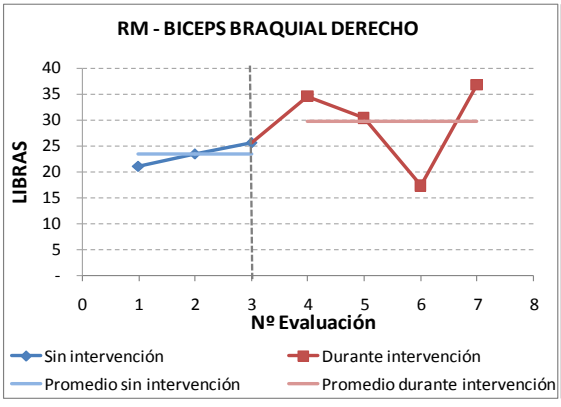


Gráfica 11

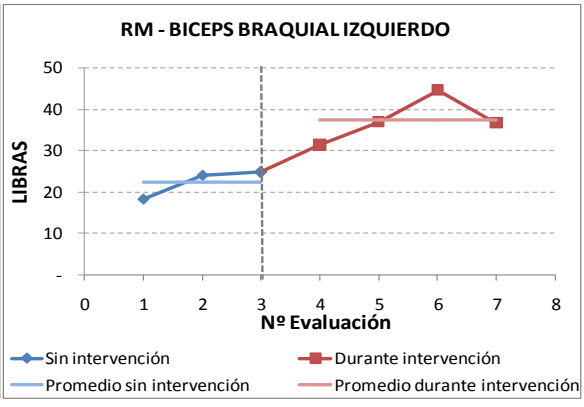


En la resistencia máxima de la porción media del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 12,60 libras y en la evaluación final de 25,34 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 15,60 libras y en la fase B de 21,73 libras, evidenciando un incremento de 6,3 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 12,98 libras y en la evaluación final de 25,13 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 15,88 libras y en la fase B de 20,15 libras, evidenciando un incremento de 4,27 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 12



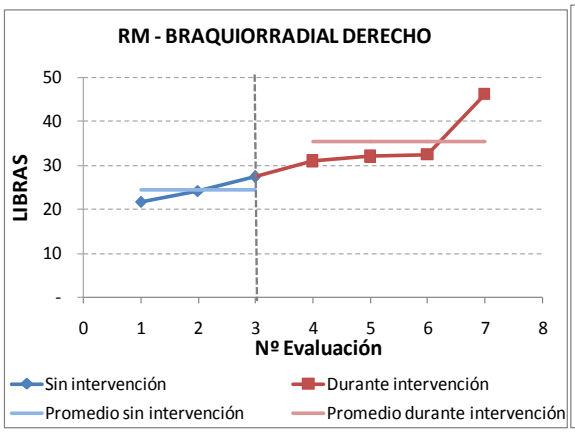
Gráfica 13



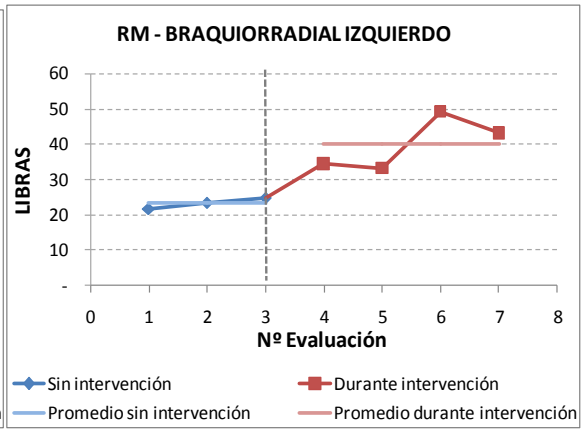
En la resistencia máxima del músculo bíceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A.

En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 21 libras y en la evaluación final de 36,75 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,38 libras y en la fase B de 29,71 libras, evidenciando un incremento de 6,33 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 18,36 libras y en la evaluación final de 36,75 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 22,47 libras y en la fase B de 37,45 libras, evidenciando un incremento de 14,98 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 14

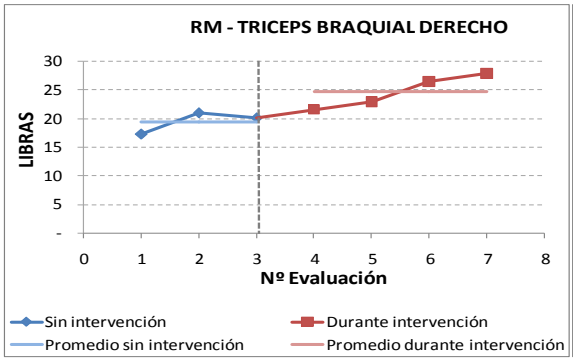


Gráfica 15

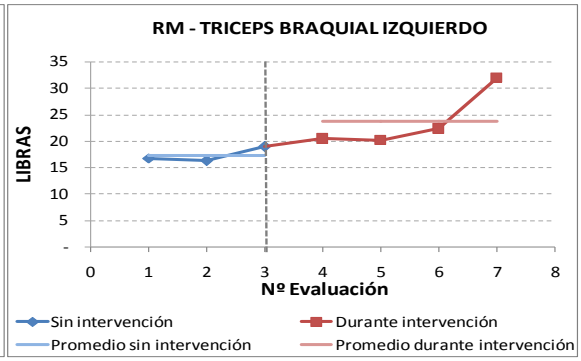


En la resistencia máxima del músculo braquiorradial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 21,64 libras y en la evaluación final de 46,29 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,39 libras y en la fase B de 35,43 libras, evidenciando un incremento de 11,04 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 21,64 libras y en la evaluación final de 43,10 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,33 libras y en la fase B de 39,98 libras, evidenciando un incremento de 16,65 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 16

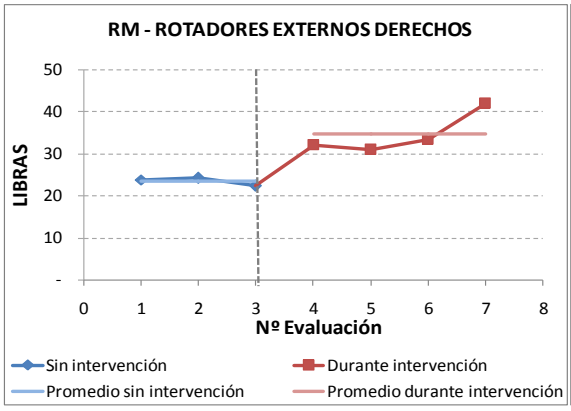


Gráfica 17

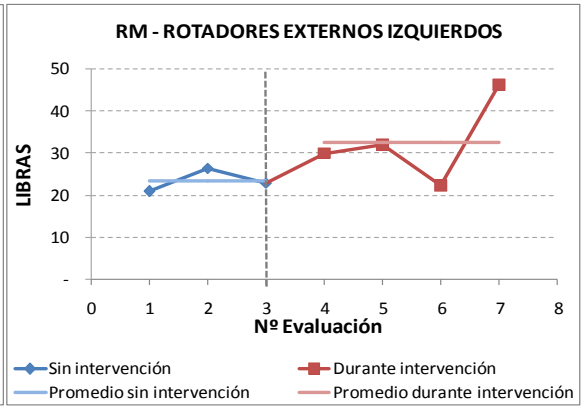


En la resistencia máxima del músculo tríceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 17,28 libras y en la evaluación final de 27,89 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 19,46 libras y en la fase B de 24,73 libras, evidenciando un incremento de 5,28 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 16,74 libras y en la evaluación final de 31,88 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 17,29 libras y en la fase B de 23,67 libras, evidenciando un incremento de 6,38 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 18

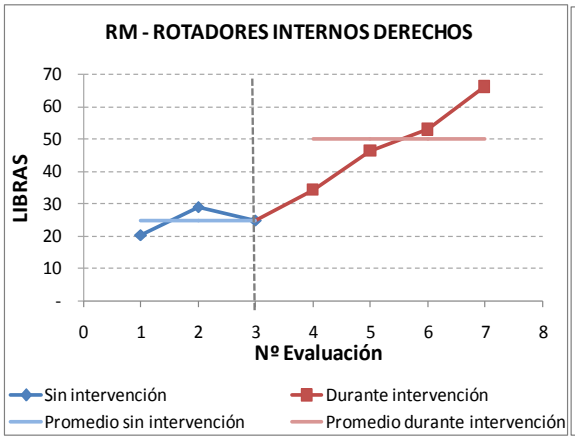


Gráfica 19

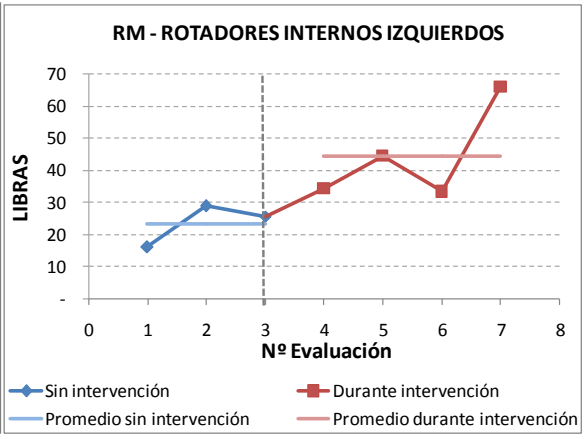


En la resistencia máxima de los músculos rotadores externos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 23,81 libras y en la evaluación final de 42 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,43 libras y en la fase B de 34,61 libras, evidenciando un incremento de 11,18 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 21 libras y en la evaluación final de 46,29 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,51 libras y en la fase B de 32,64 libras, evidenciando un incremento de 9,13 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 20



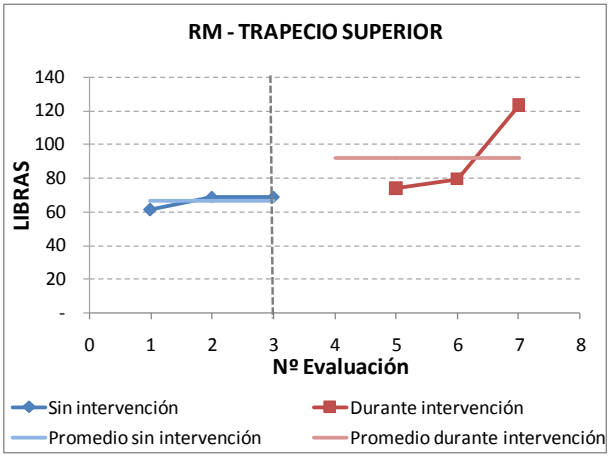
Gráfica 21



En la resistencia máxima de los músculos rotadores internos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 20,40 libras y en la evaluación final de 66,13 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,77 libras y en la fase B de 49,93 libras, evidenciando un incremento de 25,16 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 16,23 libras y en la evaluación final de 66,13 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,64 libras y en la fase B de 44,66 libras, evidenciando un incremento de 21,02 libras en el promedio durante la intervención.

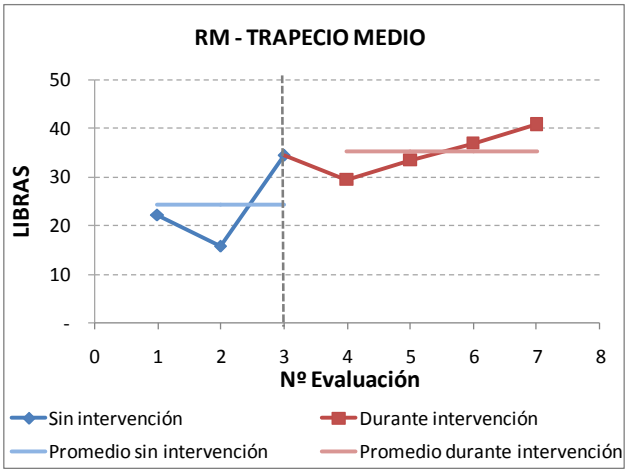
En contraste con las anteriores, las gráficas 22 a 27 corresponden a músculos para los cuales se evaluó la resistencia máxima de forma bilateral arrojando un único dato.

Gráfica 22



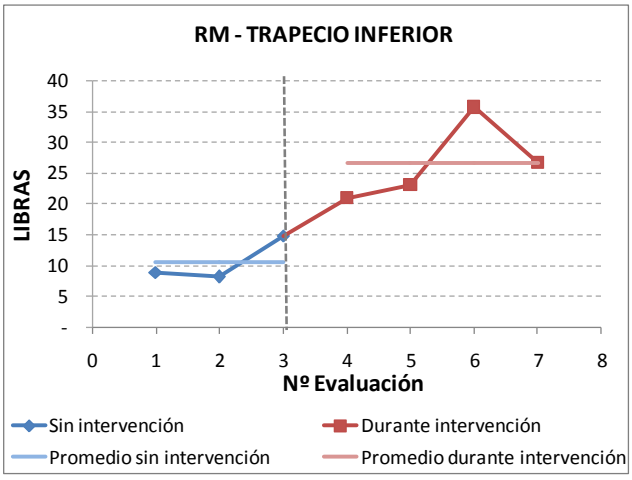
La resistencia máxima del músculo trapecio superior en la evaluación inicial tuvo un valor de 60,85 libras y en la evaluación final de 123,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 66,14 libras y en la fase B de 92 libras, evidenciando un incremento de 25,87 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 23



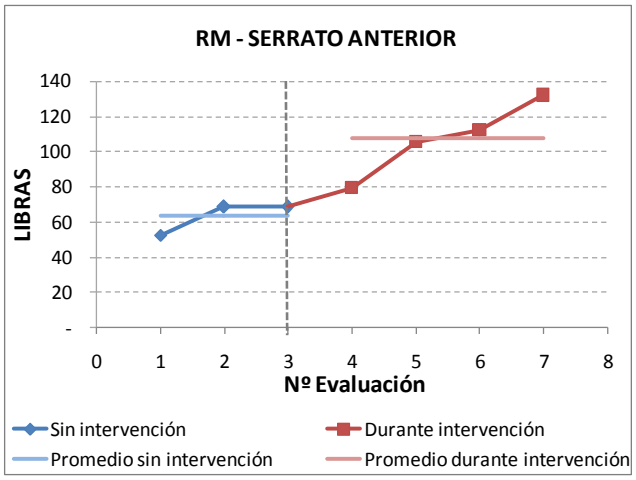
La resistencia máxima del músculo trapecio medio en la evaluación inicial tuvo un valor de 22,32 libras y en la evaluación final de 40,80 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,25 libras y en la fase B de 35,19 libras, evidenciando un incremento de 10,94 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 24



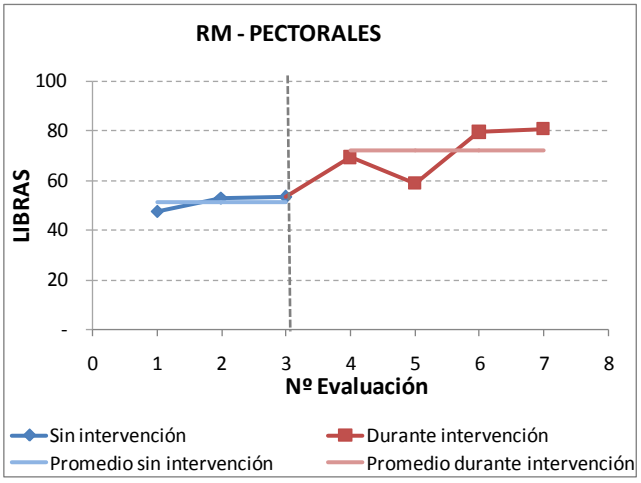
La resistencia máxima del músculo trapecio inferior en la evaluación inicial tuvo un valor de 8,93 libras y en la evaluación final de 26,78 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 10,62 libras y en la fase B de 26,63 libras, evidenciando un incremento de 16,01 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 25



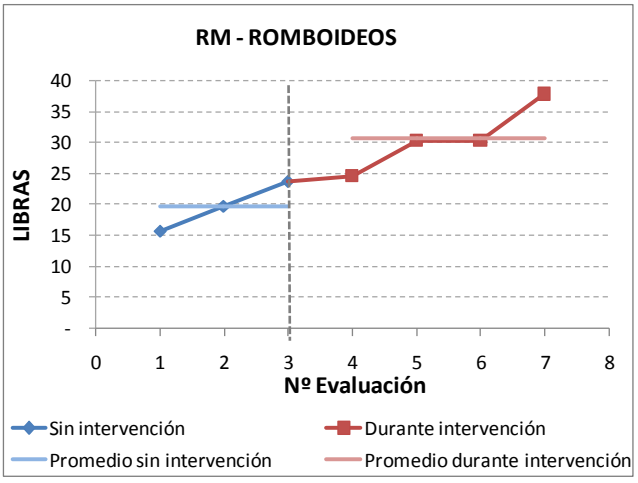
La resistencia máxima del músculo serrato anterior en la evaluación inicial tuvo un valor de 52,91 libras y en la evaluación final de 132,27 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 63,49 libras y en la fase B de 107,47 libras, evidenciando un incremento de 43,98 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 26



La resistencia máxima de los músculos pectorales en la evaluación inicial tuvo un valor de 47,61 libras y en la evaluación final de 80,63 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 51,19 libras y en la fase B de 71,94 libras, evidenciando un incremento de 20,75 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 27



La resistencia máxima de los músculos romboideos en la evaluación inicial tuvo un valor de 15,75 libras y en la evaluación final de 37,87 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 19,80 libras y en la fase B de 30,84 libras, evidenciando un incremento de 15,03 libras en el promedio durante la intervención.

A continuación se muestra una tabla que resume los resultados de todas las variables para caso 1:

Tabla 4. Diferencia de medias de los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable.

Variable	Fase A Media sin intervención	Fase B Media durante intervención	Diferencia de medias
Distancia recorrida (metros)	669,69	908,01	238,32
VO2 máx. estimado	2,98	5,86	2,89

RM - Deltoides anterior derecho	17,13	21,65	4,52
RM - Deltoides anterior izquierdo	16,62	20,15	3,53
RM - Deltoides posterior derecho	22,15	41,67	19,51
RM - Deltoides posterior izquierdo	21,66	39,27	17,61
RM - Deltoides medio derecho	15,60	21,73	6,13
RM - Deltoides medio izquierdo	15,88	20,15	4,27
RM - Bíceps braquial derecho	23,38	29,71	6,33
RM - Bíceps braquial izquierdo	22,47	37,45	14,98
RM - Braquiorradial derecho	24,39	35,43	11,04
RM - Braquiorradial izquierdo	23,33	39,98	16,65
RM - Tríceps derecho	19,46	24,73	5,28
RM - Tríceps izquierdo	17,29	23,67	6,38
RM - Rotadores externos derecho	23,43	34,61	11,18
RM - Rotadores externos izquierdo	23,51	32,64	9,13
RM - Rotadores internos derecho	24,77	49,93	25,16
RM - Rotadores internos izquierdo	23,64	44,66	21,02
RM - Trapecio superior	66,14	92,00	25,87
RM - Trapecio medio	24,25	35,19	10,94
RM - Trapecio inferior	10,62	26,63	16,01
RM - Serrato anterior	63,49	107,47	43,98
RM – Pectorales	51,19	71,94	20,75
RM – Romboideos	19,80	30,84	11,03

6.4 CASO 2

6.4.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

A partir de los datos arrojados por la encuesta sociodemográfica se encontró que el sujeto es de género masculino, de 22 años de edad, de origen en el municipio El Tambo, departamento del Cauca y procedente de la ciudad de Cali.

Completó estudios de educación primaria, no cuenta con un empleo, su estado civil es soltero, no tiene hijos y en cuanto a la participación en actividades comunitarias refiere que antes de la lesión participaba en actividades deportivas, culturales y de tiempo libre y ocio; posterior a la lesión sólo continuó su participación en actividades de tiempo libre y ocio. Su residencia está ubicada en zona urbana, estrato socioeconómico 2, de dos plantas y fácil acceso de acuerdo con la percepción del sujeto.

6.4.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

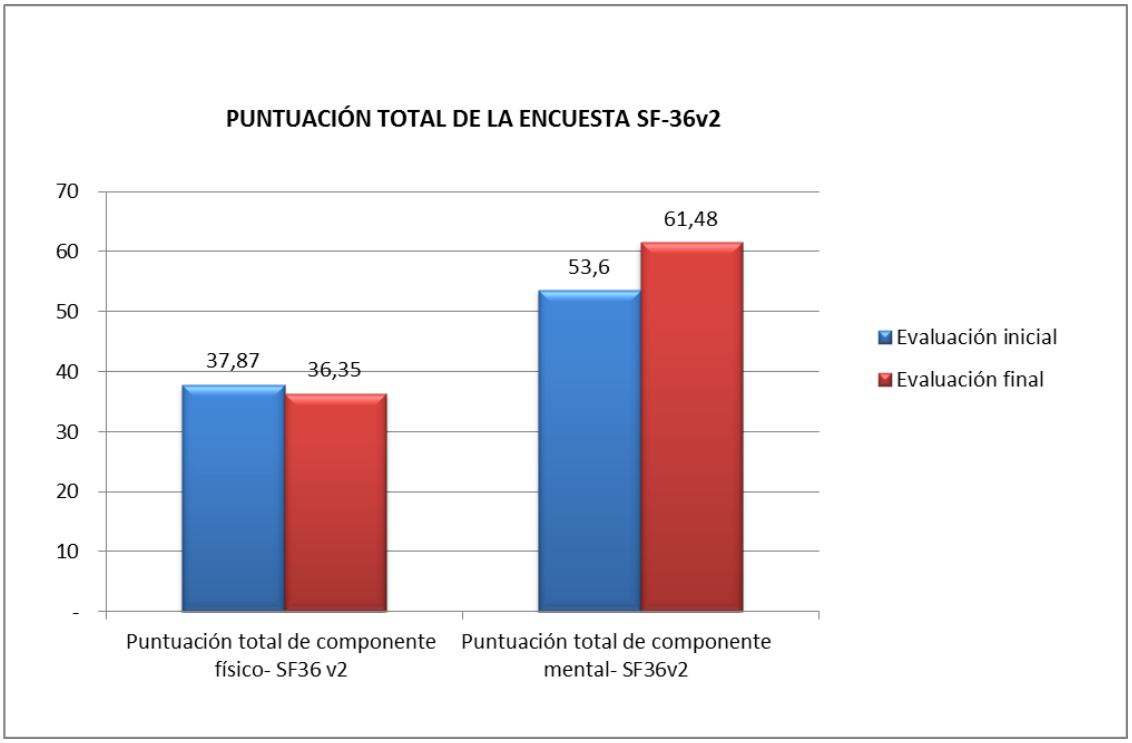
A través de la revisión de la historia clínica se encontró que el sujeto presentó lesión medular completa (ASIA A) a nivel de C6-C7 el 08 de enero del 2009 a causa de una caída, fue intervenido quirúrgicamente con una fijación vertebral. Ha recibido atención en la tercera brigada por parte de fisioterapia y psicología. Después de la lesión ha presentado complicaciones gastrointestinales, infecciones urinarias y escaras.

En la última evaluación documentada se reporta sensibilidad superficial y profunda alterada a partir de T3 y ausente a partir de T10, en cuanto a la temperatura está ausente a partir de T2, su tono muscular según la escala de Asworth fue valorado en 1+ para miembros inferiores.

6.4.3 CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA

La gráfica 28 muestra los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta SF-36v2 para calidad de vida relacionada con la salud; se presentan los resultados para el componente físico y para el componente mental.

Gráfica 28

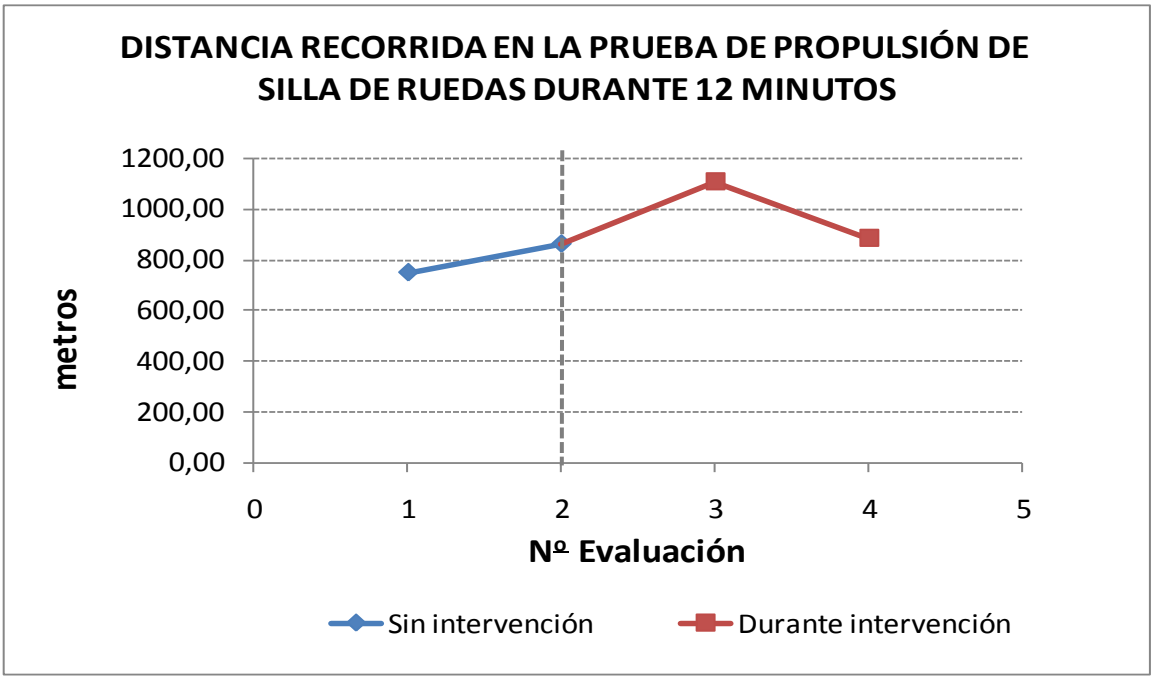


En la gráfica la puntuación total del componente físico de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 38 puntos y un valor final de 36 puntos. La puntuación total del componente mental de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 54 puntos y un valor final de 61 puntos.

6.4.4 CAMBIOS EN LA CAPACIDAD AERÓBICA

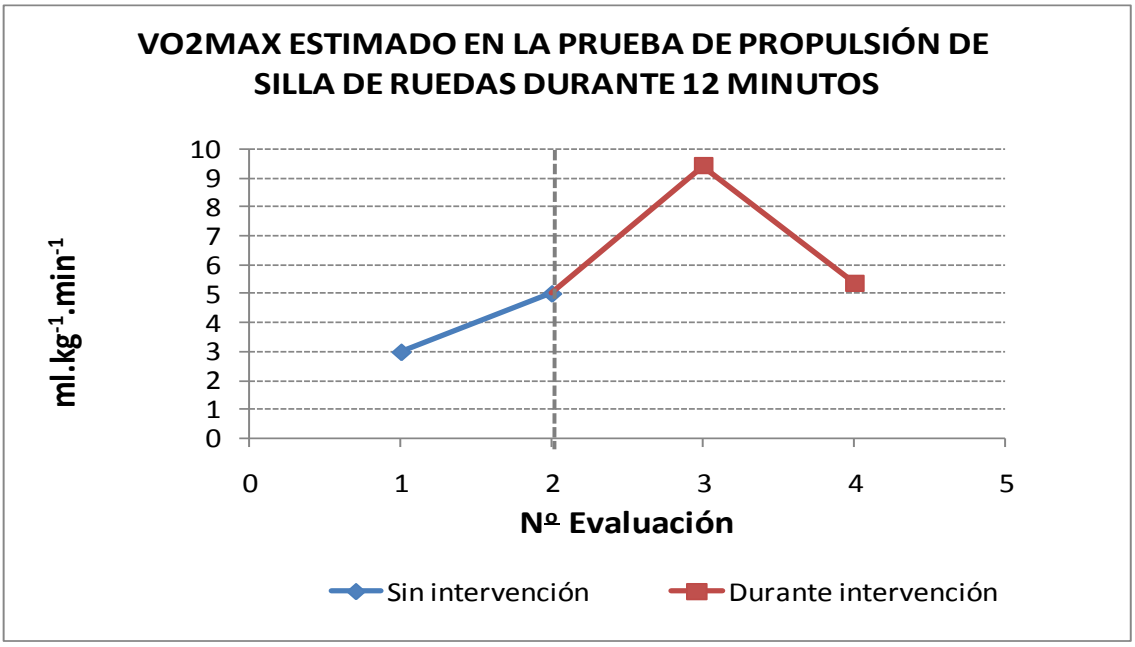
Las gráficas comprendidas entre la 29 y la 31 muestran los resultados obtenidos en la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos que corresponden a la distancia recorrida, consumo de oxigeno máximo estimado y nivel de condición física, a través de las cuales se pueden apreciar los cambios en la capacidad aeróbica.

Gráfica 29



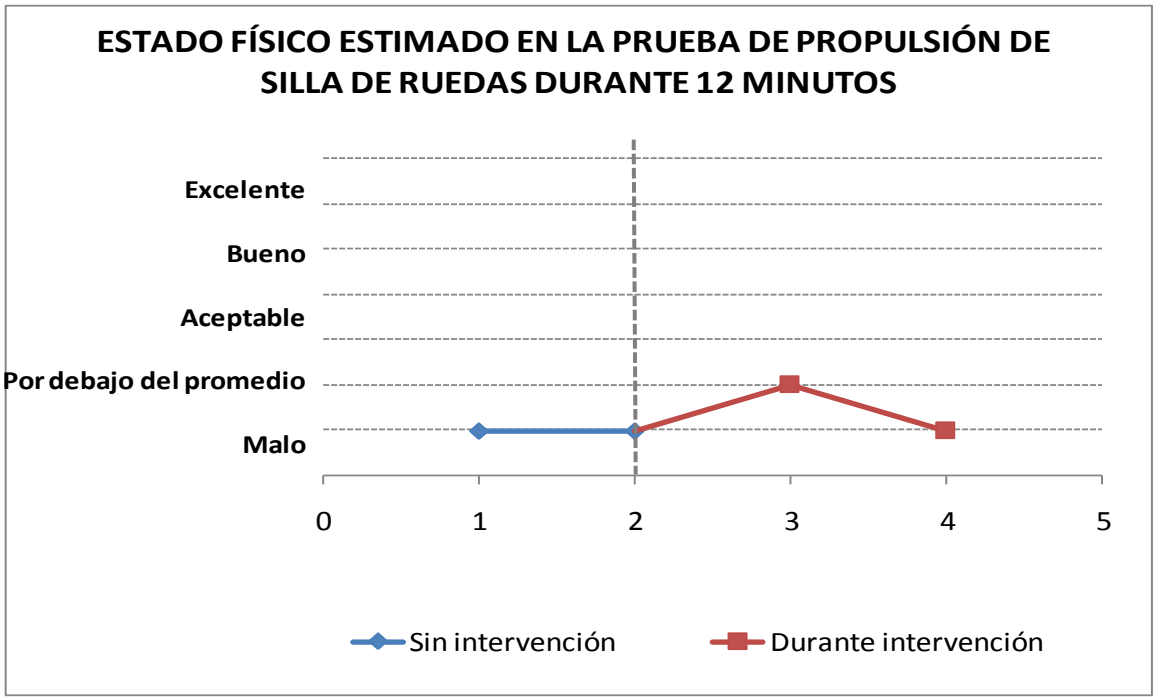
La distancia recorrida presentó incrementos hasta la tercera medición, alcanzando valores de 748.16 metros, 867.65 metros y 1106.76 en las mediciones 1, 2 y 3 respectivamente. En la cuarta disminuyó la distancia recorrida en relación a la medición previa, alcanzando 882.75 metros.

Gráfica 30



El consumo de oxigeno máximo estimado presentó valores en la mediciones 1, 2 y 3 de 2.98, 5.02 y 9.45 ml.kg.min^{-1} respectivamente. En la medición número 4 se obtuvo un resultado de 5.4 ml.kg.min^{-1}, el cual fue menor en comparación con la medición anterior.

Gráfica 31

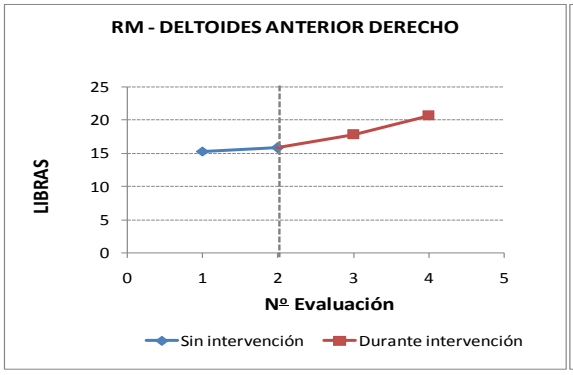


El nivel de condición física presento en las mediciones 1,2 y 4 como valoración estimada pobre, mientras que en la medición número cuatro la valoración estimada fue por debajo del promedio.

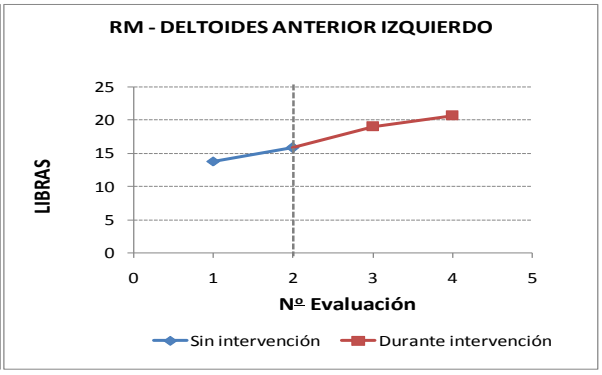
6.4.5 CAMBIOS EN LA FUERZA MUSCULAR

Las gráficas comprendidas entre la 32 y la 53 muestran los resultados obtenidos con la prueba de fuerza empleada para hallar la resistencia máxima (RM) de cada músculo, a continuación se describe cada una.

Gráfica 32

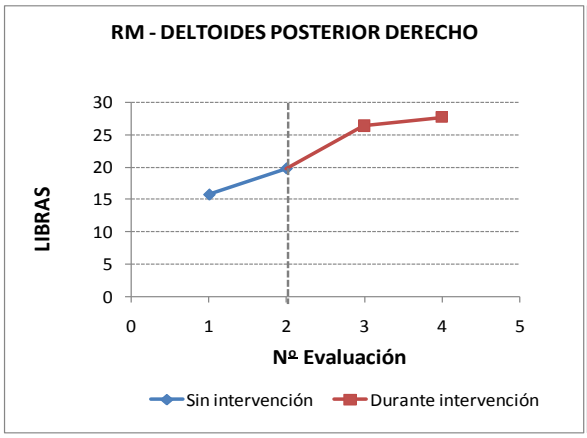


Gráfica 33

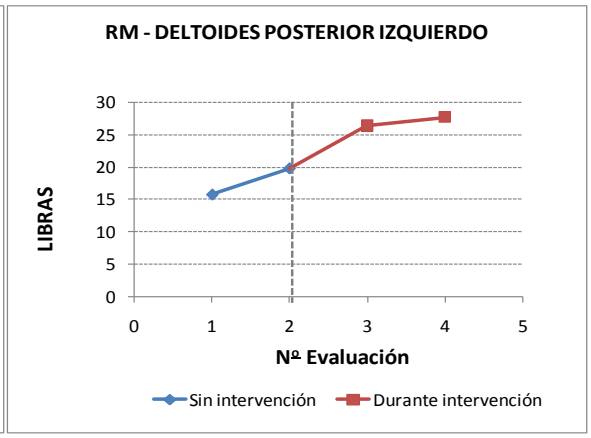


La resistencia máxima de la porción anterior del músculo deltoides de ambas extremidades presentó aumentos progresivos en las mediciones; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 15,31 lb, 15,87 lb, 17,86 lb y 20,73 lb, y en la extremidad izquierda 13,82 lb, 15,87 lb, 19,13 lb y 20,73 lb, para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 34

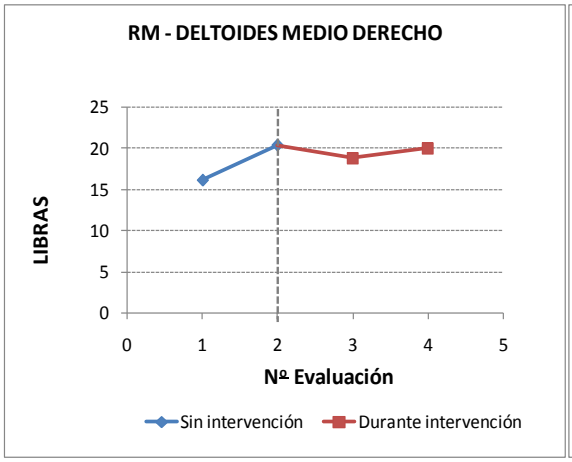


Gráfica 35

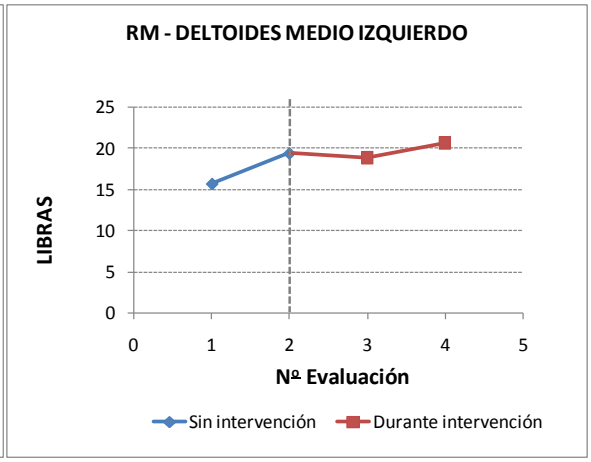


La resistencia máxima de la porción posterior del músculo deltoides de ambas extremidades presentó aumentos progresivos en las mediciones; los valores obtenidos en la extremidad derecha e izquierda fueron 15,87, 19,84, 26,46 y 27,77 libras, para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 36

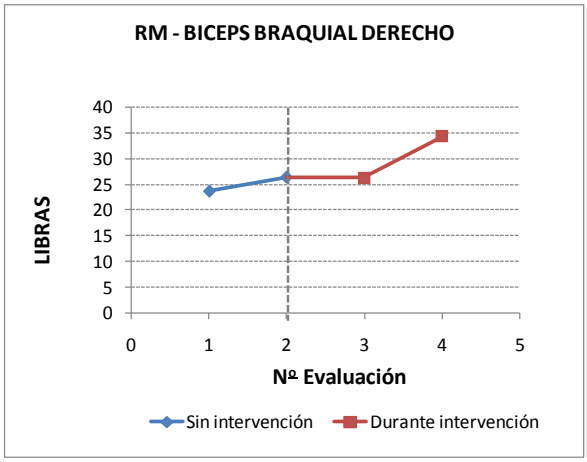


Gráfica 37

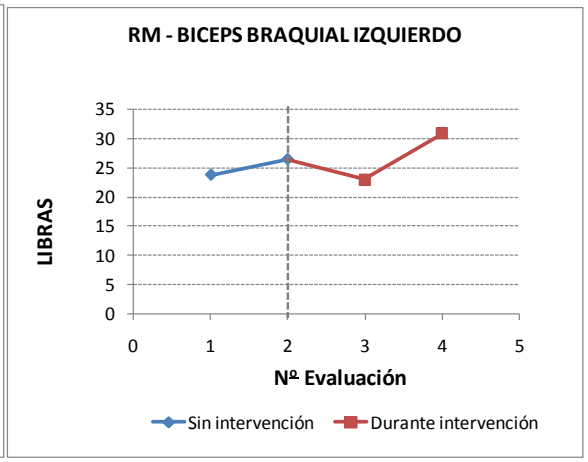


La resistencia máxima de la porción media del músculo deltoides de ambas extremidades varió de 15 lb a 20 lb en la fase A y en la fase B se mantuvo estable en valores de aproximados a 20lb.

Gráfica 38

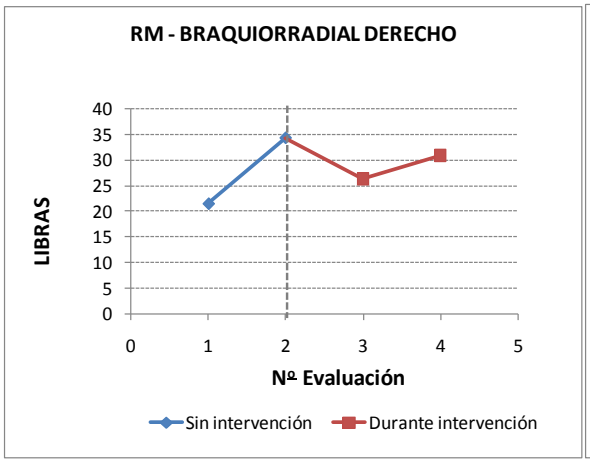


Gráfica 39

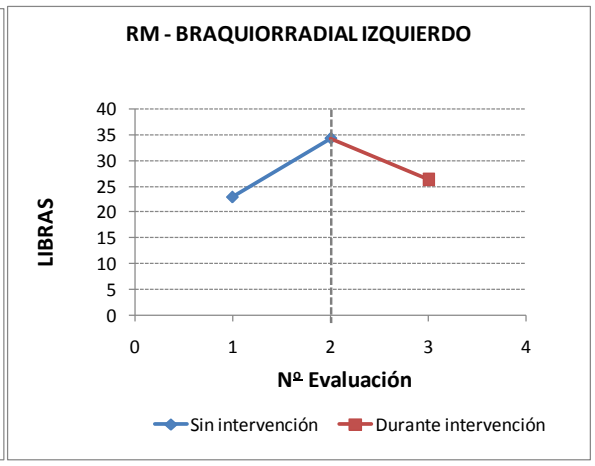


La resistencia máxima del músculo bíceps braquial de ambas extremidades presentó aumentos progresivos en las mediciones; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 23,81, 26,46, 26,46 y 34,39 libras y en la extremidad izquierda 23,81, 26,46, 23,04 y 30,94 libras para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 40

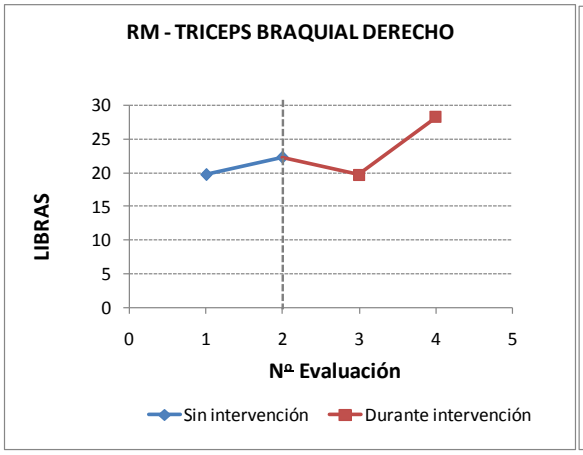


Gráfica 41

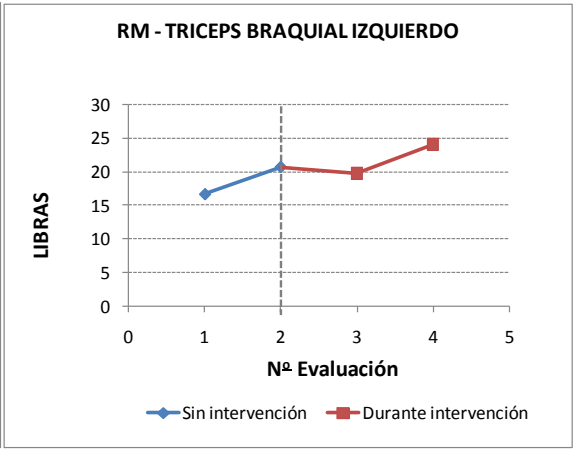


La resistencia máxima del músculo braquiorradial de ambas extremidades tuvo un comportamiento variable; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 21,64, 34,39, 26,46 y 30,94 libras para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente y en la extremidad izquierda 23,04, 34,39, 26,46 libras para las evaluaciones 1, 2 y 3 respectivamente.

Gráfica 42

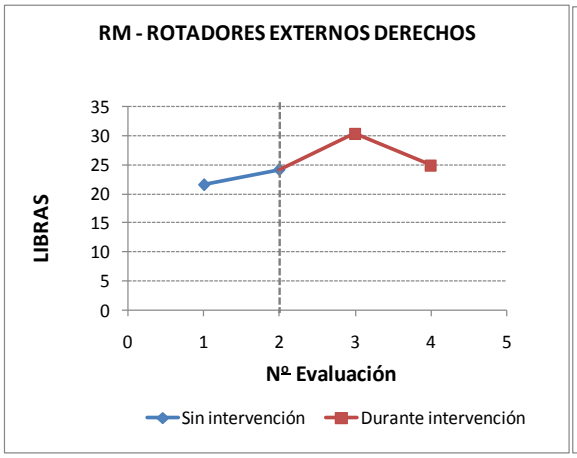


Gráfica 43

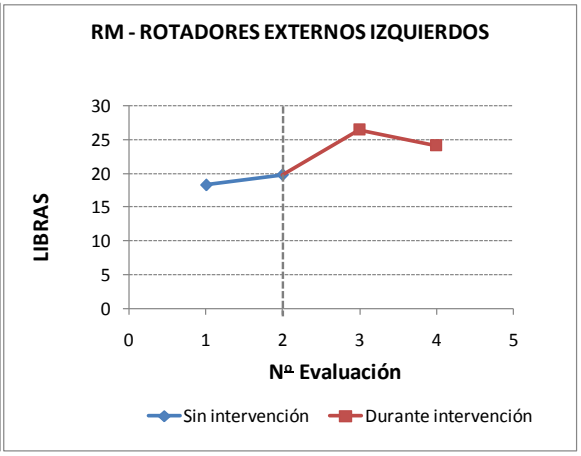


La resistencia máxima del tríceps braquial de ambas extremidades presentó valores cercanos entre ellos en las primeras tres mediciones y en la última evaluación se observó un incremento; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 19,84, 22,32, 19,84 y 28,32 libras y en la extremidad izquierda 16,74, 20,73, 19,84 y 24,15 libras para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 44

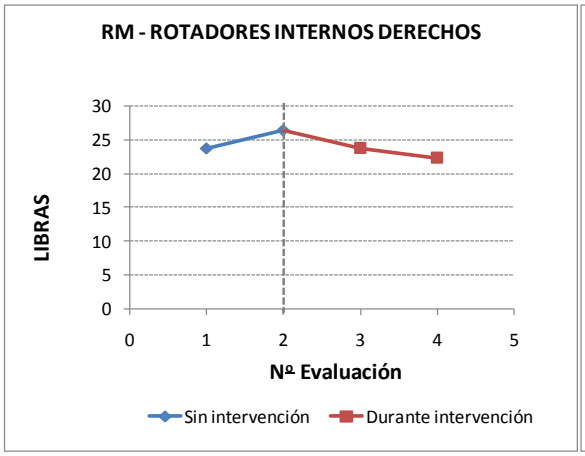


Gráfica 45

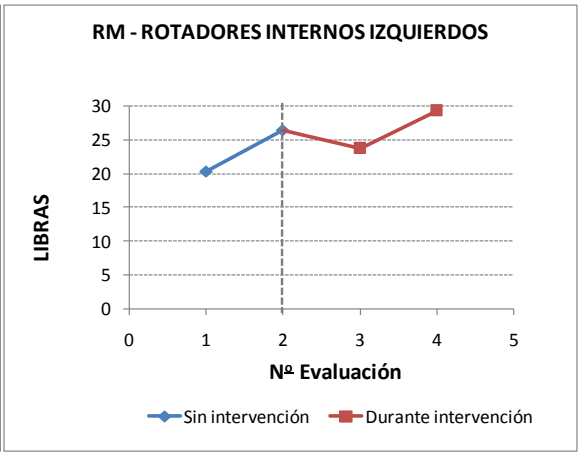


La resistencia máxima de los músculos rotadores externos de ambas extremidades presentaron aumentos progresivos hasta la tercera evaluación y una disminución en la cuarta; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 21,64, 24,15, 30,42 y 24,88 libras y en la extremidad izquierda 18,36, 19,84, 26,49 y 24,15 libras, para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 46



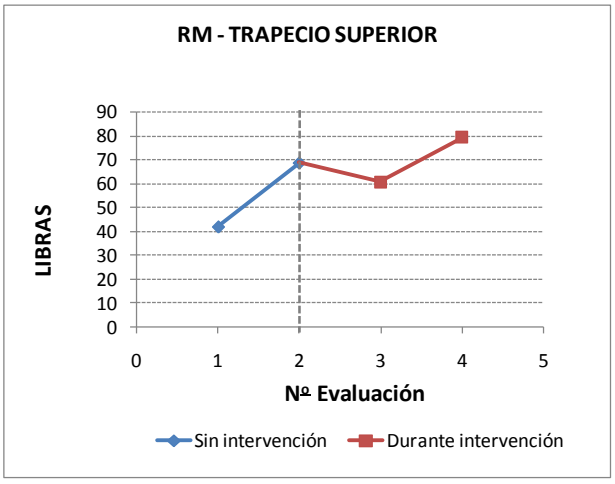
Gráfica 47



La resistencia máxima de los músculos rotadores internos de la extremidad derecha descendió a partir de la tercera evaluación, mientras que en la extremidad izquierda la resistencia máxima aumento progresivamente; los valores obtenidos en la extremidad derecha fueron 23,81, 26,46, 23,81 y 22,31 libras y en la extremidad izquierda 20,40, 26,46, 23,81 y 29,33 libras, para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

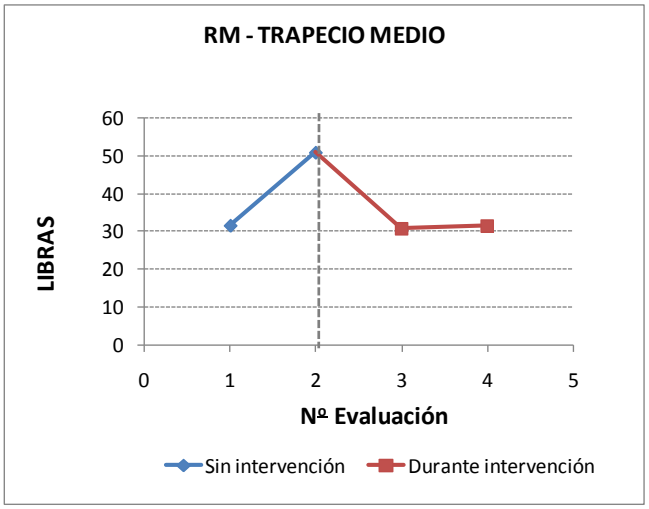
En contraste con las anteriores, las gráficas entre la 48 y la 53 corresponden a músculos para los cuales se evaluó la resistencia máxima de forma bilateral arrojando un único dato.

Gráfica 48



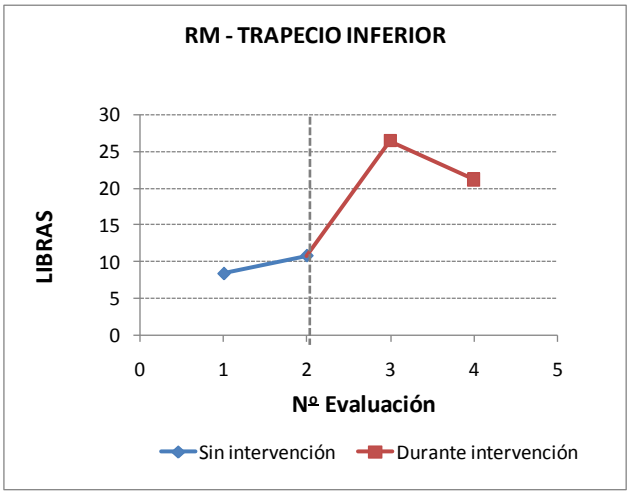
La resistencia máxima de la porción superior del músculo trapecio aumentó progresivamente aunque presento una disminución en la tercera evaluación; los valores obtenidos fueron 42,01, 68,78, 60,85 y 79,36 libras, para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 49



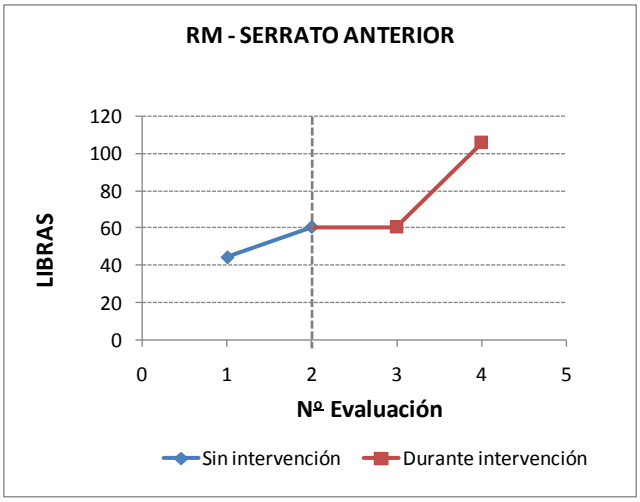
La resistencia máxima de la porción media del músculo trapecio se mantuvo en valores aproximados a 30 libras, solo en la segunda medición tuvo un valor mayor correspondiente a 52,02 libras.

Gráfica 50



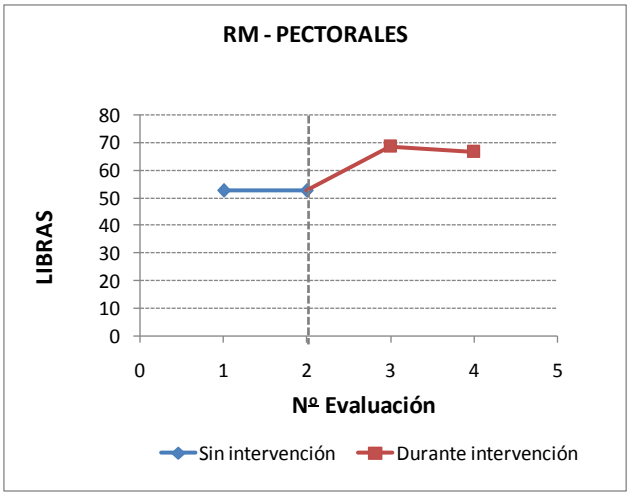
La resistencia máxima de los la porción inferior del músculo trapecio superior de ambas extremidades presentó aumentos progresivos hasta la tercera evaluación y una disminución en la cuarta; los valores obtenidos fueron 8,40, 10,82, 26,46 y 21,16 para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 51



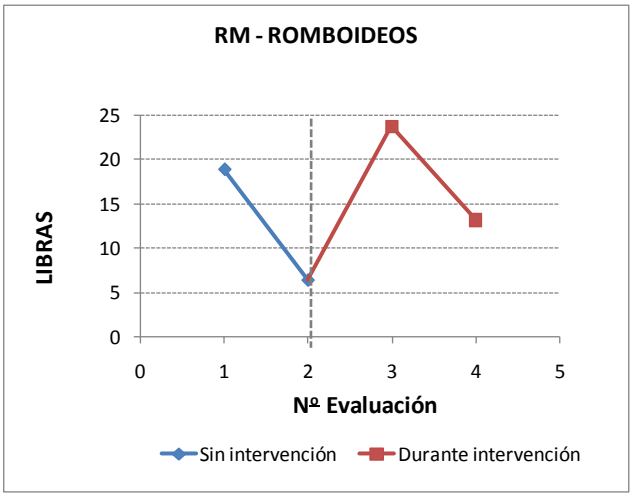
La resistencia máxima del músculo serrato anterior aumentó progresivamente, excepto por la evaluación 3, la cual se mantuvo igual que la medición previa; los valores obtenidos fueron 44,64, 60,85, 60,85 y 105,82 libras para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Gráfica 52



La resistencia máxima de los músculos pectorales aumentó en la tercera evaluación a un valor de 68,78 libras y en la cuarta evaluación se mantuvo en un valor cercano a este (66,95).

Gráfica 53



La resistencia máxima de los músculos romboideos tuvo un comportamiento variable; los valores obtenidos fueron 18,90, 6,49, 23,81 y 13,22 libras para las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

6.5 CASO 3

6.5.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

A partir de los datos arrojados por la encuesta sociodemográfica se encontró que el sujeto es de género masculino, de 33 años de edad, de origen en la ciudad Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca y procedente de la misma.

No ha completado estudios de educación superior, no cuenta con un empleo, su estado civil es soltero, no tiene hijos y en cuanto a la participación en actividades comunitarias refiere que antes y después de la lesión ha participado en actividades deportivas, culturales y de tiempo libre y ocio. Su residencia está ubicada en zona urbana, estrato socioeconómico 3, de una sola planta y fácil acceso de acuerdo con la percepción del sujeto.

6.5.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

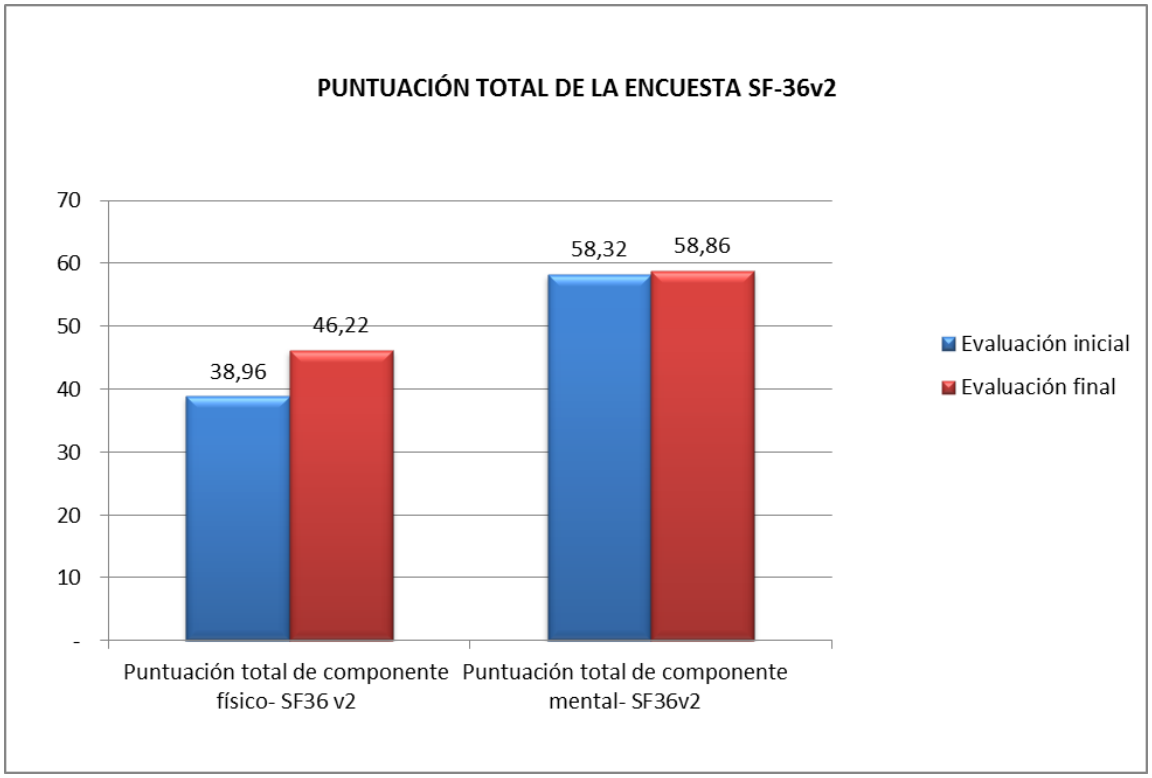
A través de la revisión de la Historia clínica se encontró que el sujeto sufrió un accidente de tránsito el día 05 de mayo de 2005, en el cual tuvo fracturas en los cuerpos vertebrales de T4 y T5, que fueron manejadas ambulatoriamente con corset. Tres meses después se observó que la fractura vertebral había cedido, por lo que el 26 de agosto de 2005 ingresó a quirófano, durante la cirugía se realizó corpectomia parcial de T4 transpedicular, se colocaron cajas inter-somáticas de titanio, se estabilizó con tornillos pediculares desde T1 a T7, y se retiró un fragmento óseo que comprimía la medula; en el postoperatorio inmediato presentó disminución de la fuerza en uno de los miembros inferiores y permaneció en posición decúbito hasta el día 29 de agosto de 2005, este día cuando el sujeto adoptó la posición sedente, el material de osteosíntesis se desplazó causando la lesión medular a nivel de T4 incompleta (ASIA C). Desde el 10 de diciembre de 2005 asiste a un Centro de Rehabilitación Neurológica de la ciudad de Cali en donde ha recibido atención por parte de varias disciplinas incluyendo fisioterapia, terapia ocupacional y psicología. Después de su lesión ha presentado como complicaciones infecciones urinarias, escaras y una fractura en miembro inferior izquierdo por caída desde su propia altura.

En la última evaluación documentada se reporta sensibilidad superficial alterada a partir de T4 y profunda alterada a partir de L5, su tono muscular según la escala de Asworth fue valorado en 2 en miembros inferiores.

6.5.3 CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA

La gráfica 54 muestra los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta SF-36v2 para calidad de vida relacionada con la salud, se presentan los resultados para el componente físico y para el componente mental.

Gráfica 54

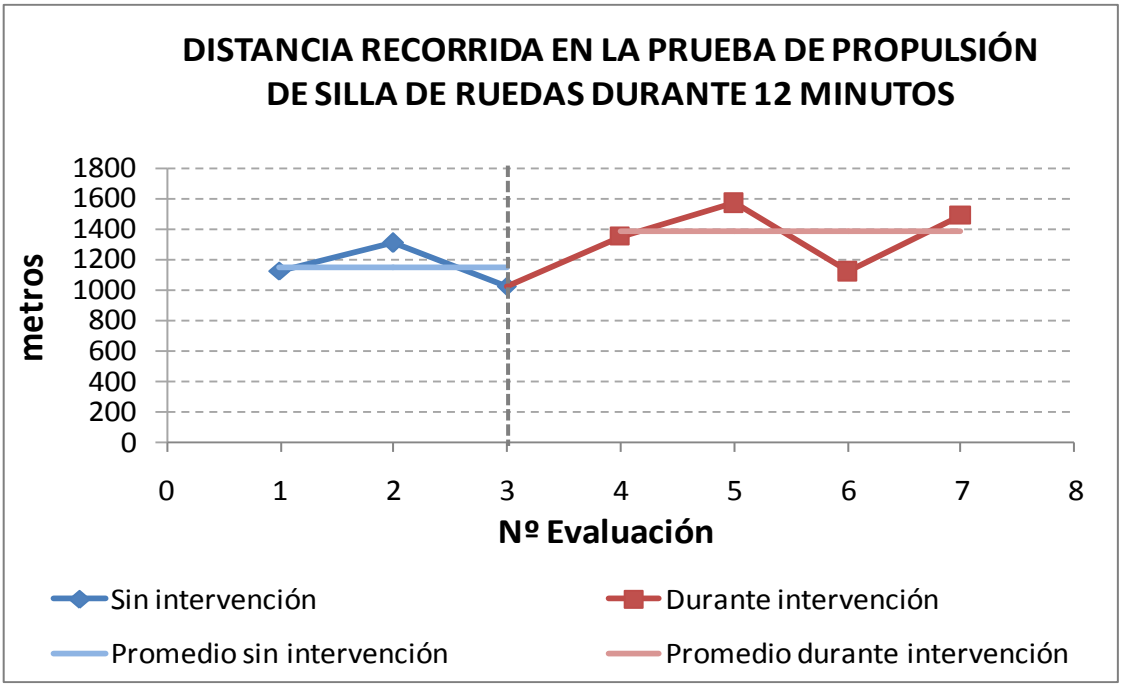


En la gráfica la puntuación total del componente físico de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 39 puntos y un valor final de 46 puntos. La puntuación total del componente mental de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 58 puntos y un valor final de 59 puntos.

6.5.4 CAMBIOS EN LA CAPACIDAD AERÓBICA

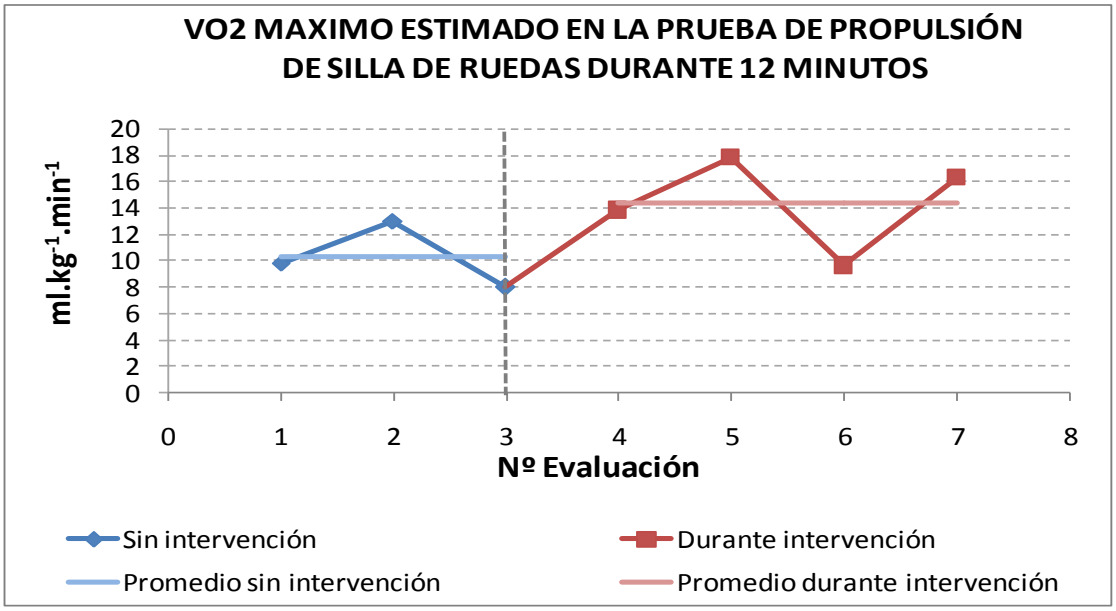
Las gráficas entre la 55 y la 57 muestran los resultados obtenidos en la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos que corresponden a la distancia recorrida, consumo de oxigeno máximo estimado y nivel de condición física, a través de las cuales se pueden apreciar los cambios en la capacidad aeróbica.

Gráfica 55



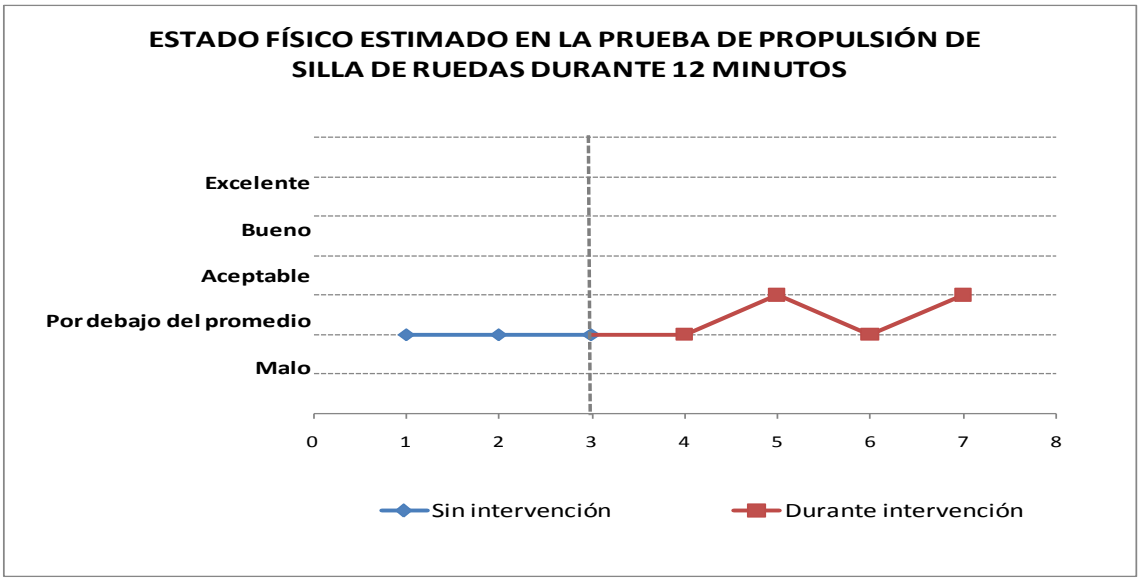
En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto recorrió una distancia de 1127,20 metros y en la evaluación final de la fase B una distancia de 1486,60 metros. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 1152,95 metros y en la fase B fue de 1380,18 metros evidenciando un incremento de 227,23 metros en el promedio durante la intervención.

Gráfica 56



En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto obtuvo un valor de consumo máximo de oxigeno estimado de 9,82 ml.Kg.min^{-1} y en la fase de intervención se observa un incremento, alcanzando en la evaluación final un valor de 16,36 ml.Kg.min^{-1}. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 10,29 ml.Kg.min^{-1} y en la fase B fue de 14,43 ml.Kg.min^{-1}, evidenciando un incremento de 4,14 ml.Kg.min^{-1} en el promedio durante la intervención.

Gráfica 57

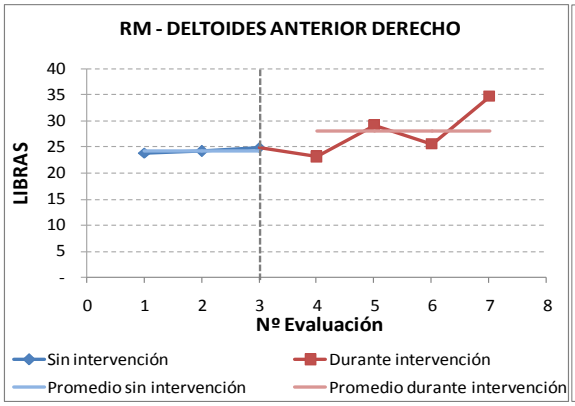


La gráfica muestra que en la fase A el sujeto mantuvo un nivel de condición física por debajo del promedio, mientras que en la fase B osciló entre los valores debajo del promedio y aceptable, este último registrado en la evaluación final.

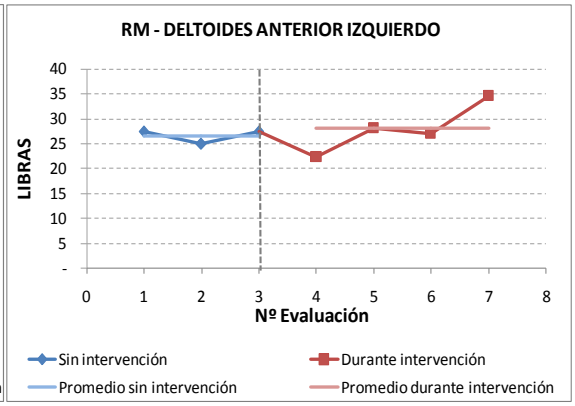
6.5.6 CAMBIOS EN LA FUERZA MUSCULAR

Las gráficas comprendidas entre la 58 y la 79 muestran los resultados obtenidos con la prueba de fuerza empleada para hallar la resistencia máxima (RM) de cada músculo, a continuación se describe cada una.

Gráfica 58

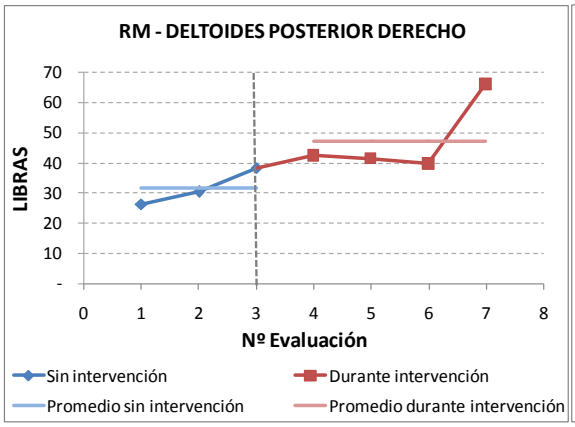


Gráfica 59

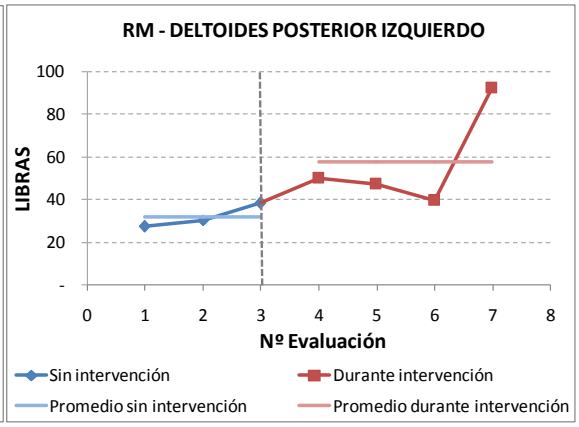


En la resistencia máxima de la porción anterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 23,81 libras y en la evaluación final de 34,63 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,28 libras y en la fase B de 28,05 libras, evidenciando un incremento de 3,76 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 27,30 libras y en la evaluación final de 34,63 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 26,52 libras y en la fase B de 28,03 libras, evidenciando un incremento de 1,51 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 60



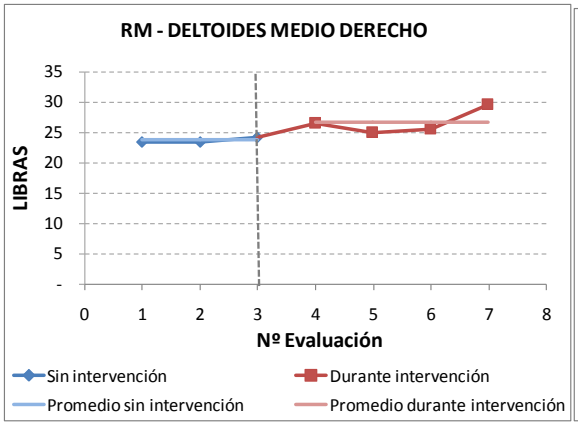
Gráfica 61



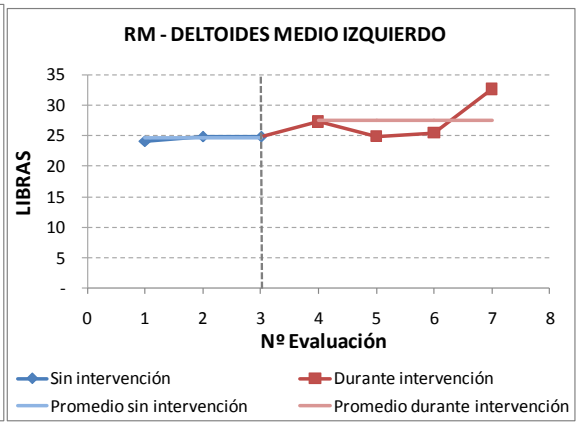
En la resistencia máxima de la porción posterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 26,46 libras y en la evaluación final de 66,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 31,75 libras y en la fase B de 47,42

libras, evidenciando un incremento de 15,68 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 27,38 libras y en la evaluación final de 92,59 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 32,05 libras y en la fase B de 57,54 libras, evidenciando un incremento de 25,49 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 62

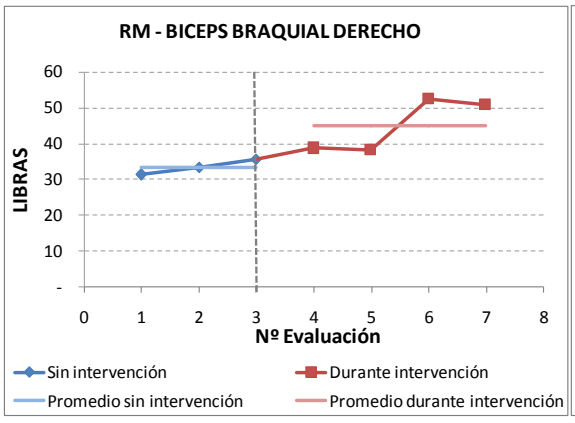


Gráfica 63

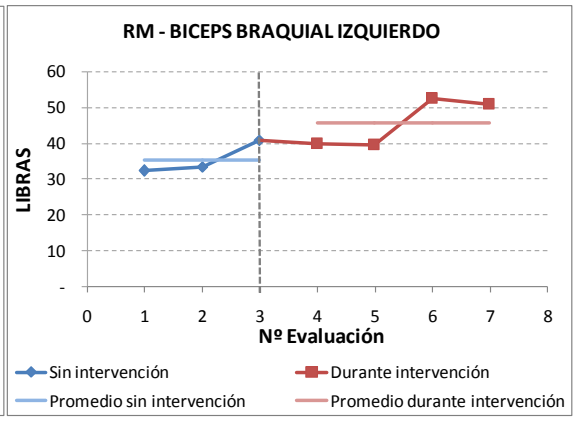


En la resistencia máxima de la porción media del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 23,46 libras y en la evaluación final de 29,58 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 23,69 libras y en la fase B de 26,62 libras, evidenciando un incremento de 2,93 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 24,15 libras y en la evaluación final de 32,65 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,64 libras y en la fase B de 27,59 libras, evidenciando un incremento de 2,94 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 64

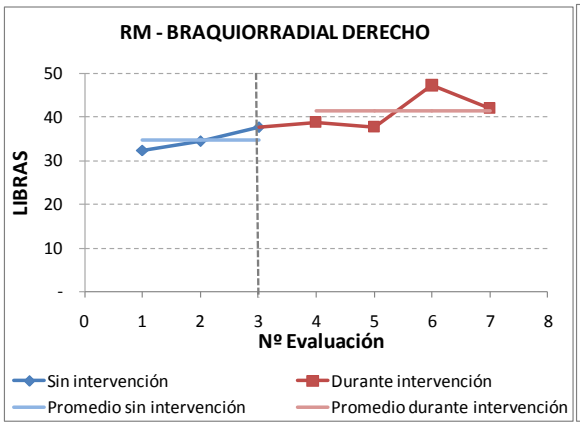


Gráfica 65

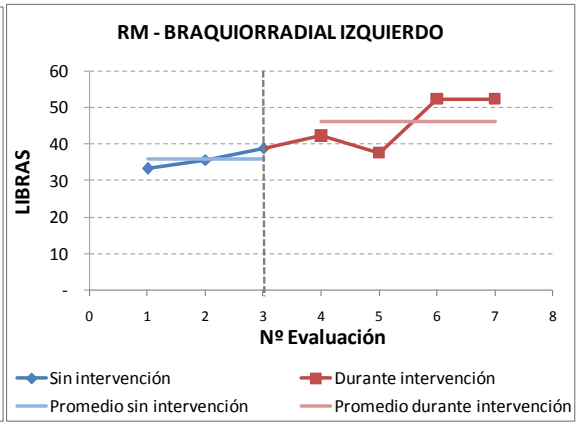


En la resistencia máxima del músculo bíceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 31,38 libras y en la evaluación final de 51,01 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 33,50 libras y en la fase B de 45,14 libras, evidenciando un incremento de 11,64 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 32,36 libras y en la evaluación final de 51,01 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 35,53 libras y en la fase B de 45,78 libras, evidenciando un incremento de 10,25 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 66

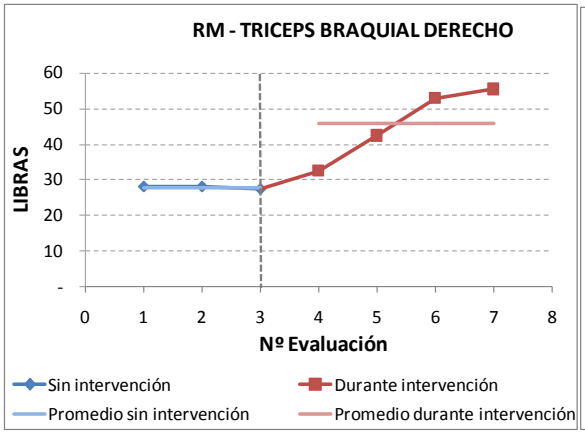


Gráfica 67

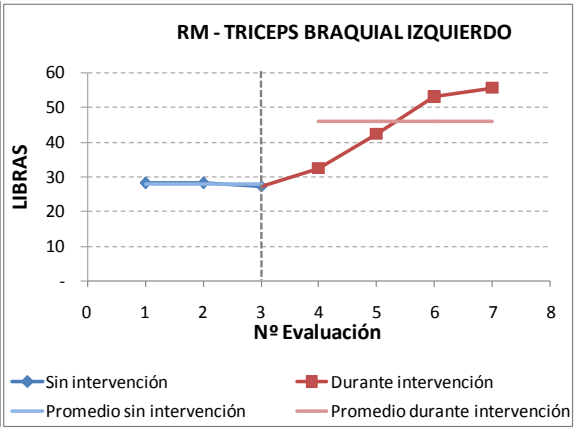


En la resistencia máxima del músculo braquiorradial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 32,36 libras y en la evaluación final de 42,01 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 34,90 libras y en la fase B de 41,46 libras, evidenciando un incremento de 6,56 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 33,41 libras y en la evaluación final de 52,51 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 36,02 libras y en la fase B de 46,31 libras, evidenciando un incremento de 10,28 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 68

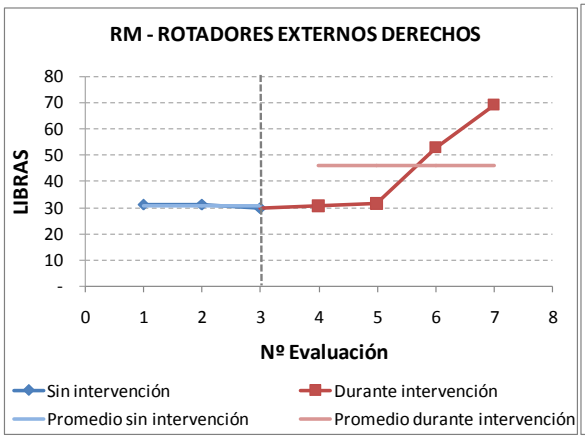


Gráfica 69

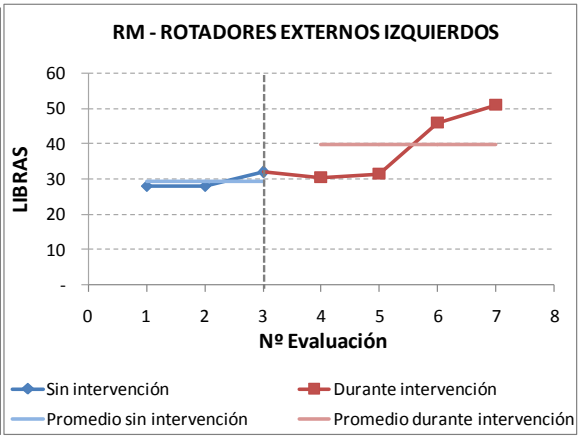


En la resistencia máxima del músculo tríceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 28,13 libras y en la evaluación final de 55,41 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 27,88 libras y en la fase B de 45,78 libras, evidenciando un incremento de 17,9 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 28,13 libras y en la evaluación final de 55,6 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 27,8 libras y en la fase B de 45,81 libras, evidenciando un incremento de 17,93 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 70



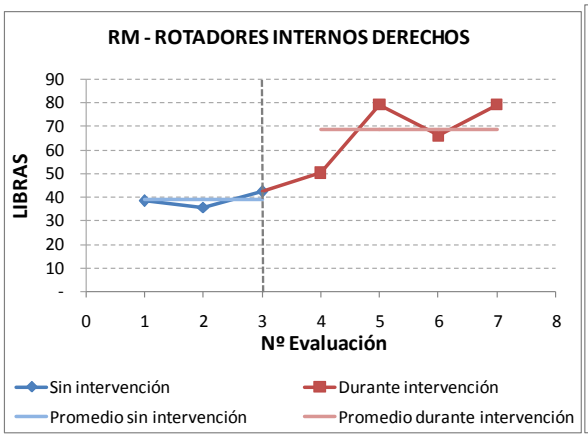
Gráfica 71



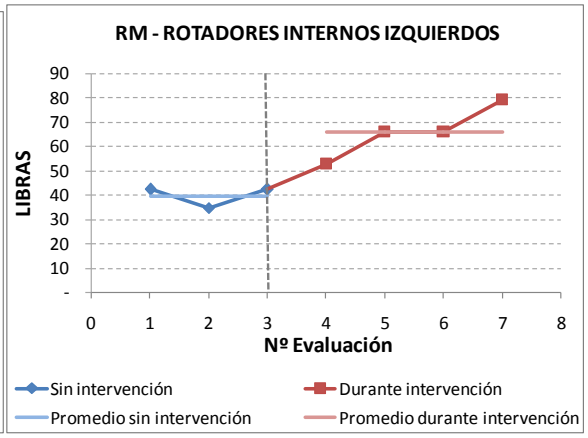
En la resistencia máxima de los músculos rotadores externos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 31,38 libras y en la evaluación final de 69,11 libras; el promedio de las

mediciones tomadas en la fase A fue de 30,9 libras y en la fase B de 46,03 libras, evidenciando un incremento de 15,13 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 28,13 libras y en la evaluación final de 51,05 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 29,43 libras y en la fase B de 39,80 libras, evidenciando un incremento de 10,37 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 72



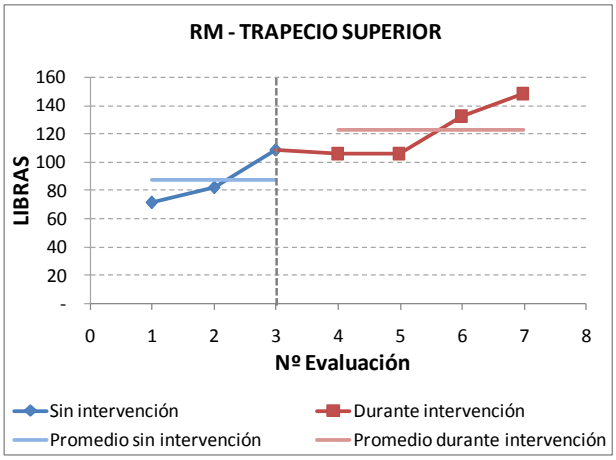
Gráfica 73



En la resistencia máxima de los músculos rotadores internos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 38,6 libras y en la evaluación final de 79,37 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 38,8 libras y en la fase B de 78,78 libras, evidenciando un incremento de 29,98 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 42,33 libras y en la evaluación final de 79,37 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 39,76 libras y en la fase B de 66,14 libras, evidenciando un incremento de 26,38 libras en el promedio durante la intervención.

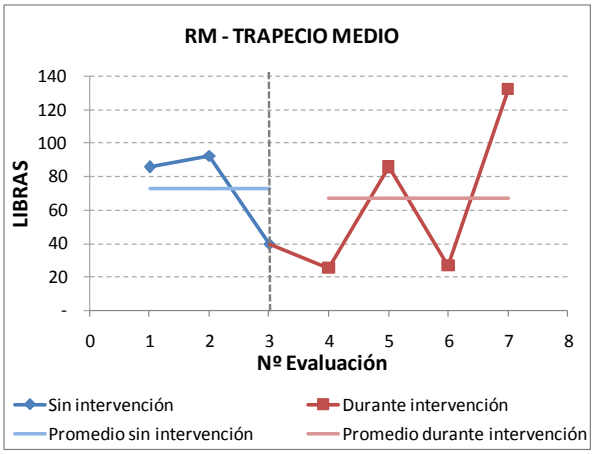
En contraste con las anteriores, las gráficas entre la 74 y la 79 corresponden a músculos para los cuales se evaluó la resistencia máxima de forma bilateral arrojando un único dato.

Gráfica 74



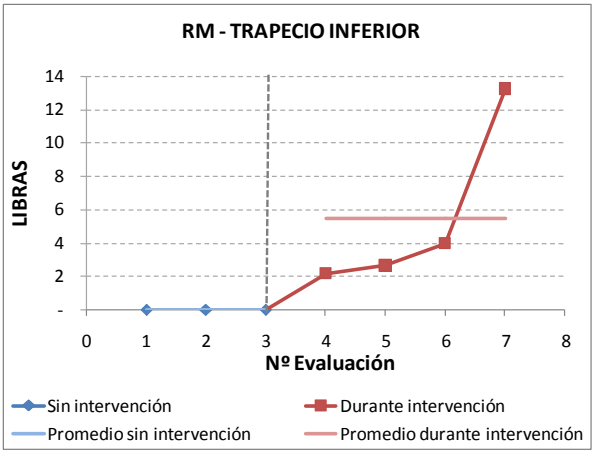
La resistencia máxima del músculo trapecio superior en la evaluación inicial tuvo un valor de 71,42 libras y en la evaluación final de 148,15 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 87,30 libras y en la fase B de 123,02 libras, evidenciando un incremento de 35,72 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 75



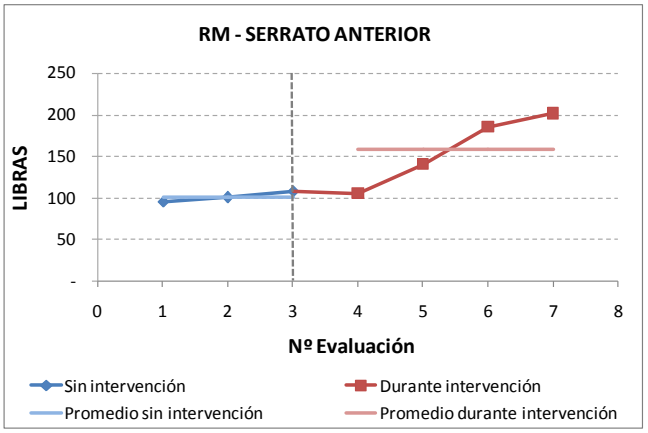
La resistencia máxima del músculo trapecio medio en la evaluación inicial tuvo un valor de 85,71 libras y en la evaluación final de 132,28 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 72,66 libras y en la fase B de 67,41 libras, evidenciando un descenso de 5,22 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 76



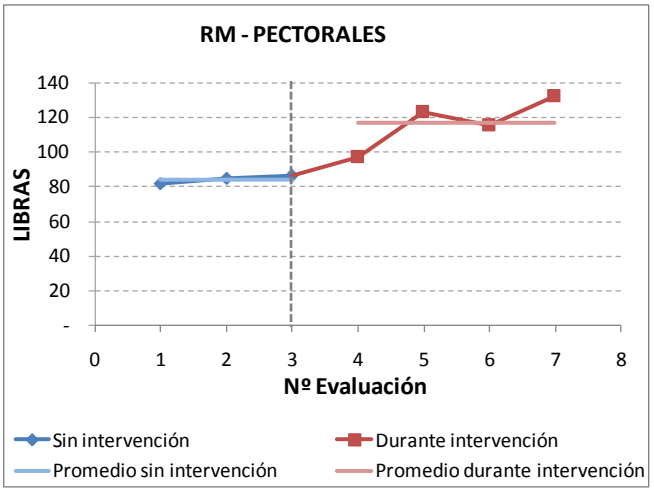
La resistencia máxima del músculo trapecio inferior en la evaluación inicial tuvo un valor de 0 libras y en la evaluación final de 13,23 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 0 libras y en la fase B de 5,50 libras, evidenciando un incremento de 5,50 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 77



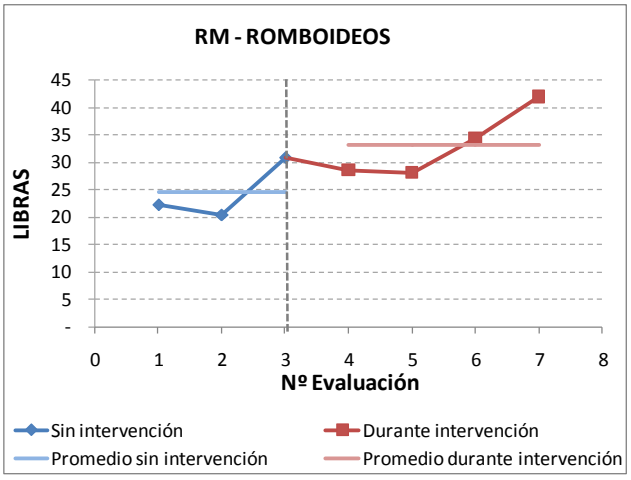
La resistencia máxima del músculo serrato anterior en la evaluación inicial tuvo un valor de 95,24 libras y en la evaluación final de 201,06 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 101,41 libras y en la fase B de 158,07 libras, evidenciando un incremento de 56,66 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 78



La resistencia máxima de los músculos pectorales en la evaluación inicial tuvo un valor de 82,01 libras y en la evaluación final de 132,28 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 84,26 libras y en la fase B de 116,89 libras, evidenciando un incremento de 32,63 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 79



La resistencia máxima de los músculos romboideos en la evaluación inicial tuvo un valor de 22,32 libras y en la evaluación final de 42,01 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,56 libras y en la fase B de 33,27 libras, evidenciando un incremento de 8,72 libras en el promedio durante la intervención.

A continuación se muestra una tabla que resume los resultados de todas las variables para el caso 3:

Tabla 5. Diferencia de promedios de los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable.

Variable	Fase A Promedio sin intervención	Fase B Promedio durante intervención	Diferencia de promedios
Distancia recorrida (metros)	1152,95	1380,18	227,23
VO2 máx estimado	10,29	14,43	4,14
RM - Deltoides anterior derecho	24,28	28,05	3,76
RM - Deltoides anterior izquierdo	26,52	28,03	1,51
RM - Deltoides posterior derecho	31,75	47,42	15,68
RM - Deltoides posterior izquierdo	32,05	57,54	25,49
RM - Deltoides medio derecho	23,69	26,62	2,93
RM - Deltoides medio izquierdo	24,64	27,59	2,94
RM - Bíceps braquial derecho	33,50	45,14	11,64
RM - Bíceps braquial izquierdo	35,53	45,78	10,25
RM - Braquiorradial derecho	34,90	41,46	6,56
RM - Braquiorradial izquierdo	36,02	46,31	10,28
RM - Tríceps derecho	27,88	45,78	17,90
RM - Tríceps izquierdo	27,88	45,81	17,93
RM - Rotadores externos derecho	30,90	46,03	15,13
RM - Rotadores externos izquierdo	29,43	39,80	10,37
RM - Rotadores internos derecho	38,80	68,78	29,98
RM - Rotadores internos izquierdo	39,76	66,14	26,38
RM - Trapecio superior	87,30	123,02	35,72
RM - Trapecio medio	72,66	67,41	**-5,25**
RM - Trapecio inferior	0,00	5,50	5,50
RM - Serrato anterior	101,41	158,07	56,66

RM – Pectorales	84,26	116,89	32,63
RM – Romboideos	24,56	33,27	8,72

6.6 CASO 4

6.6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOFRÁFICAS

A partir de los datos arrojados por la encuesta sociodemográfica se encontró que el sujeto es de género masculino, de 21 años de edad, de origen en la ciudad de Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca y con procedencia en esta misma ciudad.

Desarrolla estudios de educación media, no cuenta con un empleo, su estado civil es unión libre, y tiene una hija. En cuanto a la participación en actividades comunitarias refiere que antes y después de la lesión ha participado en actividades culturales y de tiempo libre/ocio. Su residencia está ubicada en zona urbana, estrato socioeconómico 1, de una sola planta y fácil acceso de acuerdo con la percepción del sujeto.

6.6.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

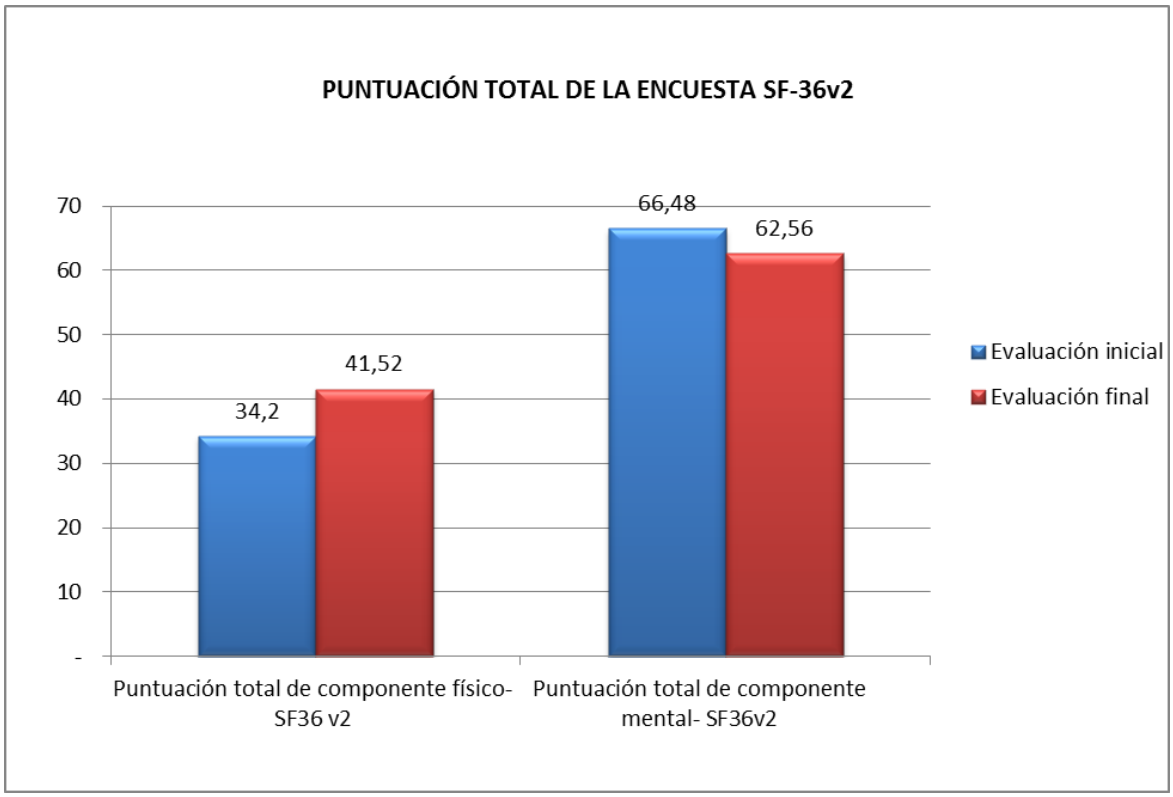
A través de la revisión de la historia clínica se encontró que el sujeto presentó lesión medular completa (ASIA A) a nivel T4 el 20 de junio de 2010 a causa de una herida por arma de fuego, fue intervenido quirúrgicamente con toracotomía e instauración de tubo de tórax. Desde el 22 de noviembre de 2010 asiste a un Centro de Rehabilitación Neurológica de la ciudad de Cali en donde ha recibido atención por parte de varias disciplinas incluyendo fisioterapia, terapia ocupacional y psicología. Después de su lesión ha presentado como complicaciones infecciones urinarias y espasticidad severa.

.

6.6.3 CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA

La gráfica 80 muestra los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta SF-36v2 para calidad de vida relacionada con la salud, se presentan los resultados para el componente físico y para el componente mental.

Gráfica 80

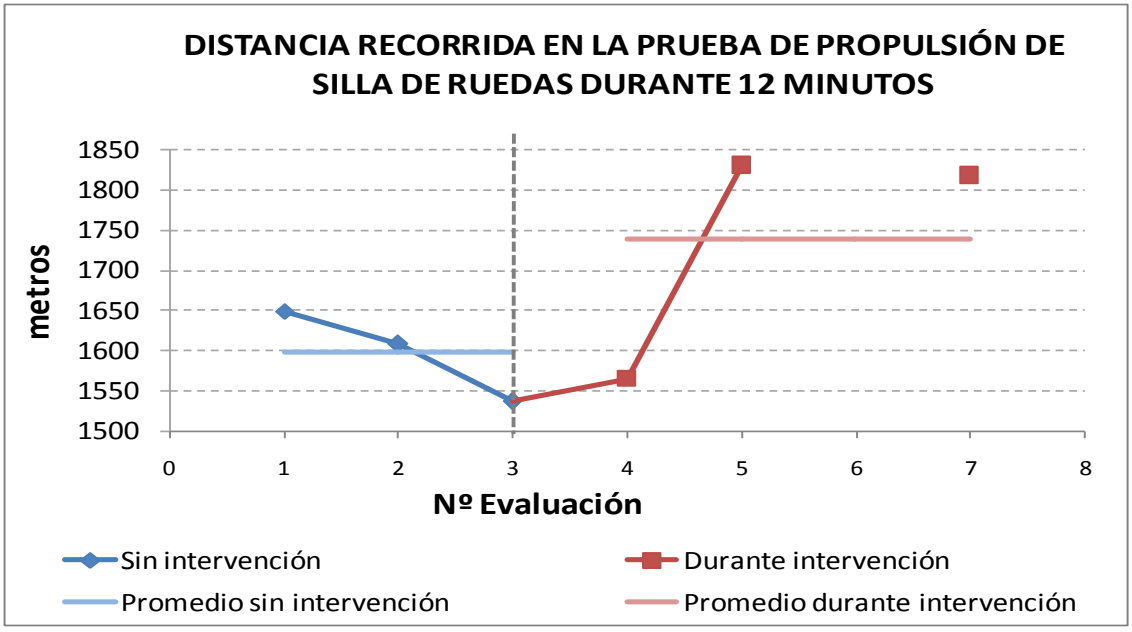


En la gráfica la puntuación total del componente físico de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 34 puntos y un valor final de 42 puntos. La puntuación total del componente mental de la SF-36v2 presenta un valor inicial de 66 puntos y un valor final de 63 puntos.

6.6.4 CAMBIOS EN LA CAPACIDAD AERÓBICA

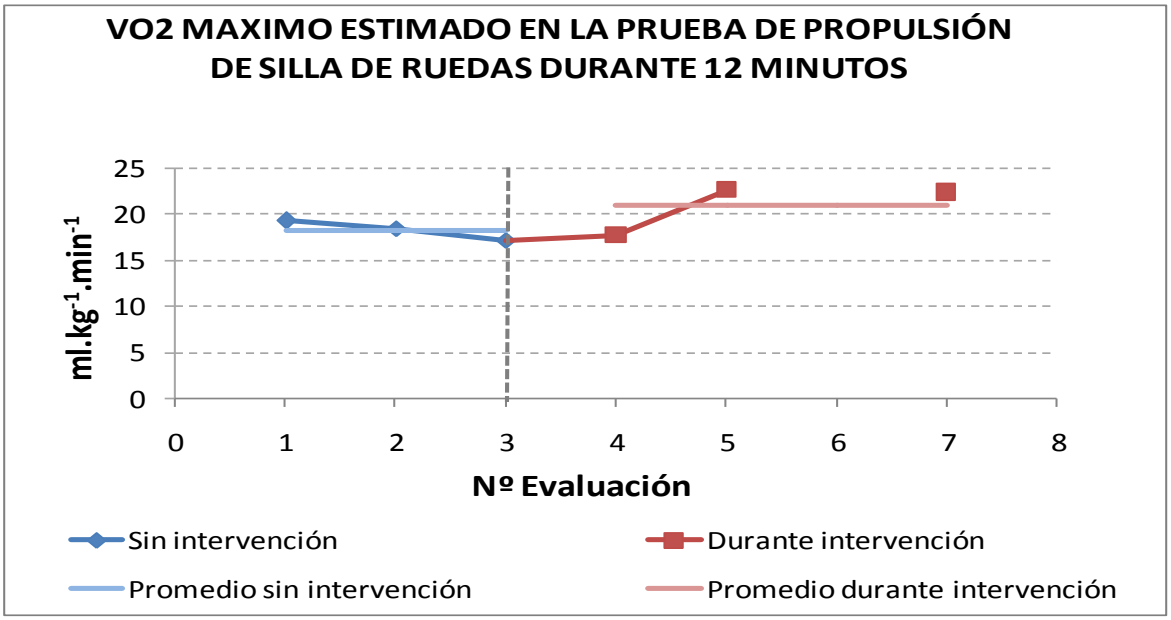
Las gráficas comprendidas entre la 81 y la 83 muestran los resultados obtenidos en la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos que corresponden a la distancia recorrida, consumo de oxigeno máximo estimado y nivel de condición física, a través de las cuales se pueden apreciar los cambios en la capacidad aeróbica.

Gráfica 81



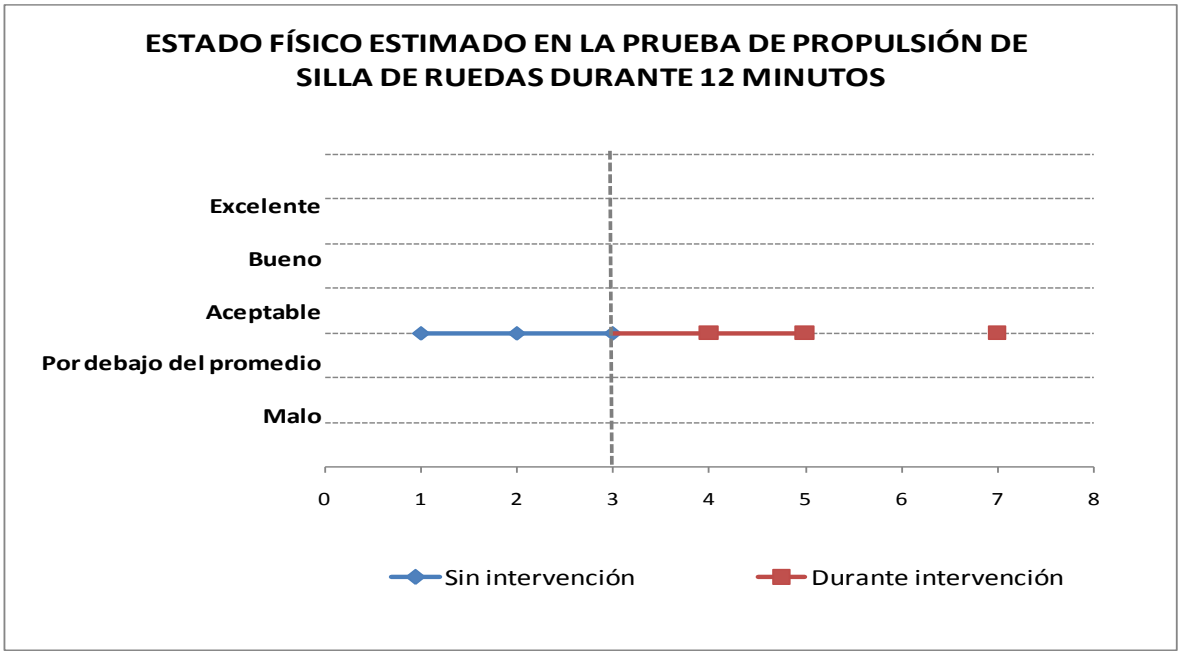
En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto recorrió una distancia de 1648,90 metros y en la evaluación final de la fase B una distancia de 1818,50 metros. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 1597,54 metros y en la fase B fue de 1738,30 metros evidenciando un incremento de 140,76 metros en el promedio durante la intervención.

Gráfica 82



En la evaluación No 1 de la fase A el sujeto obtuvo un valor de consumo máximo de oxigeno estimado de 19,33 ml.Kg.min^{-1} y en la fase de intervención se observa un incremento, alcanzando en la evaluación final un valor de 22,45 ml.Kg.min^{-1}. El promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 18,39 ml.Kg.min^{-1} y en la fase B fue de 20,98 ml.Kg.min^{-1}, evidenciando un incremento de 2,58 ml.Kg.min^{-1} en el promedio durante la intervención.

Gráfica 83

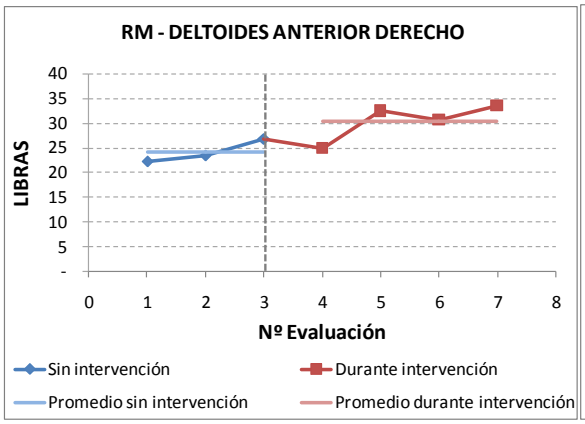


La gráfica muestra que en ambas fases el sujeto mantuvo un nivel de condición física aceptable.

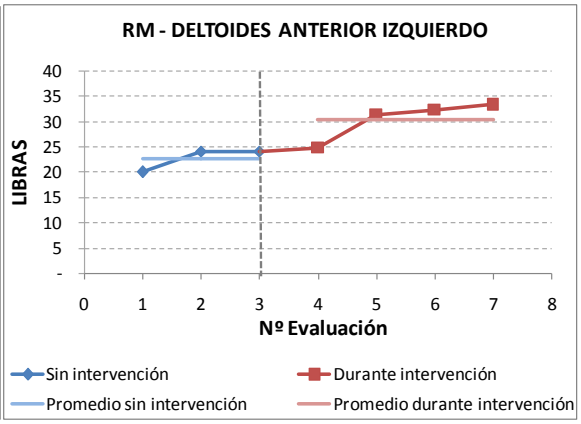
6.6.5 CAMBIOS EN LA FUERZA MUSCULAR

Las gráficas comprendidas entre la 84 y la 105 muestran los resultados obtenidos con la prueba de fuerza empleada para hallar la resistencia máxima (RM) de cada músculo, a continuación se describe cada una.

Gráfica 84

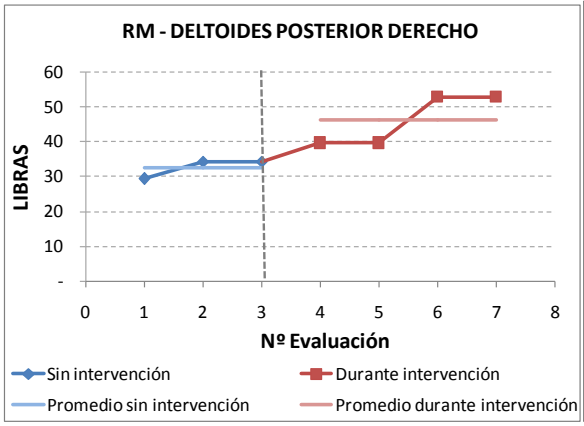


Gráfica 85

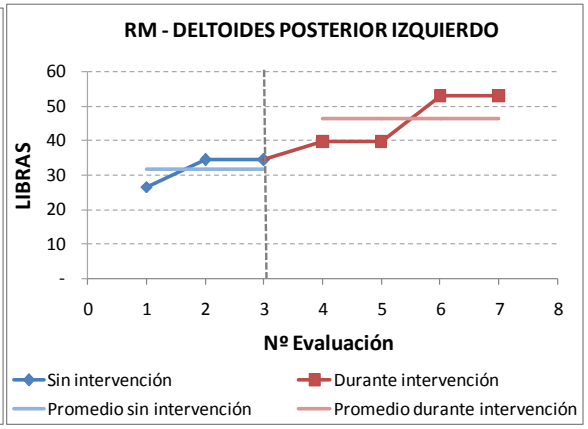


En la resistencia máxima de la porción anterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue 22,32 libras y en la evaluación final de 20,09 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,19 libras y en la fase B de 30,36 libras, evidenciando un incremento de 6,17 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 20,09 libras y en la evaluación final de 33,48 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 22,81 libras y en la fase B de 30,58 libras, evidenciando un incremento de 7,77 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 86



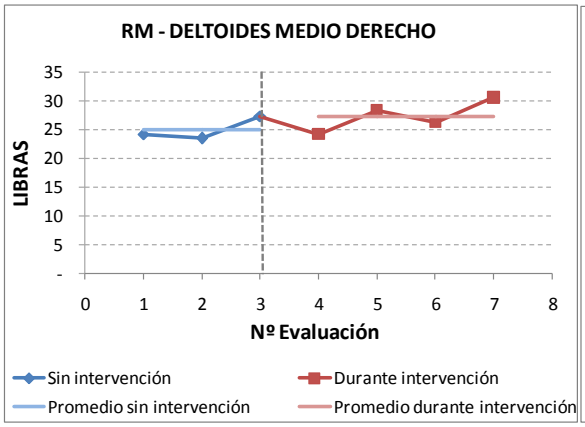
Gráfica 87



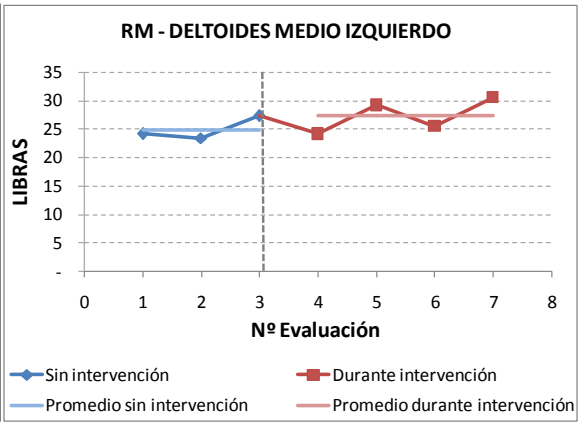
En la resistencia máxima de la porción posterior del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 29,34 libras y en la evaluación final de 52,91 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 32,71 libras y en la fase B de 46,30 libras,

evidenciando un incremento de 13,59 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 26,49 libras y en la evaluación final de 52,91 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 31,76 libras y en la fase B de 46,30 libras, evidenciando un incremento de 14,54 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 88

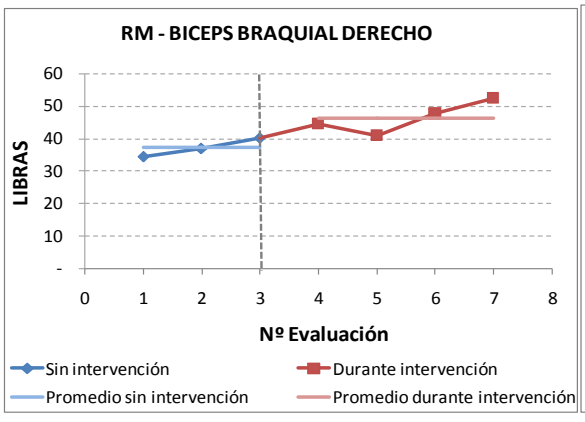


Gráfica 89

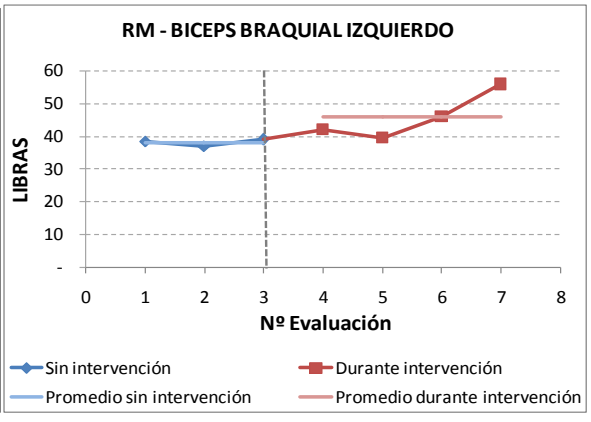


En la resistencia máxima de la porción media del músculo deltoides de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 24,15 libras y en la evaluación final de 30,60 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,97 libras y en la fase B de 27,34 libras, evidenciando un incremento de 2,37 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 24,15 libras y en la evaluación final de 32,65 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 24,97 libras y en la fase B de 27,37 libras, evidenciando un incremento de 2,40 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 90

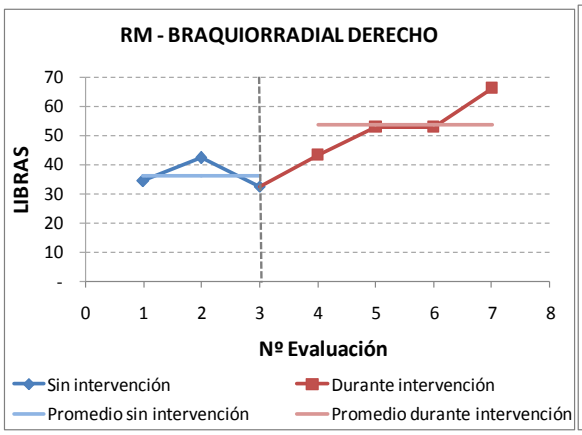


Gráfica 91

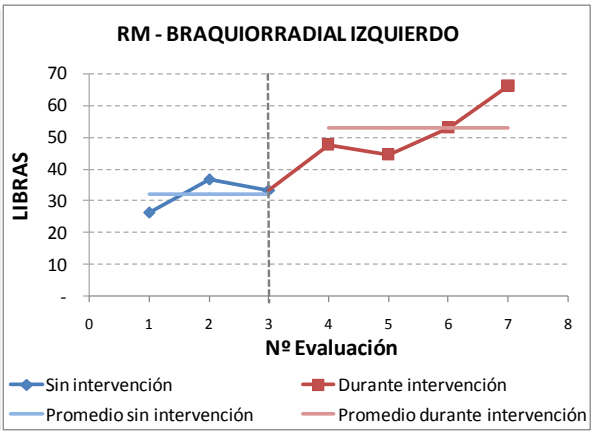


En la resistencia máxima del músculo bíceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 34,39 libras y en la evaluación final de 52,51 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 37,34 libras y en la fase B de 46,39 libras, evidenciando un incremento de 9,25 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 38,36 libras y en la evaluación final de 55,79 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 38,06 libras y en la fase B de 45,82 libras, evidenciando un incremento de 7,76 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 92

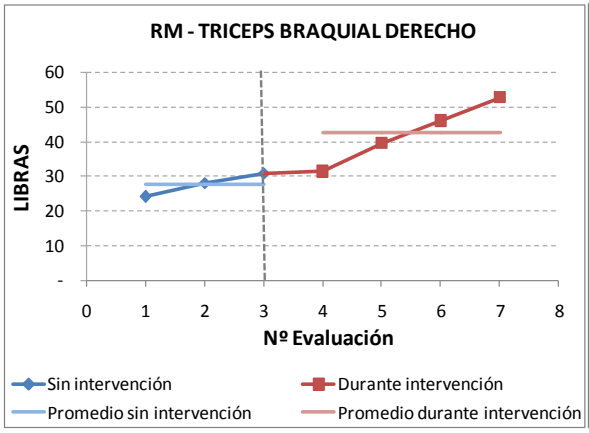


Gráfica 93

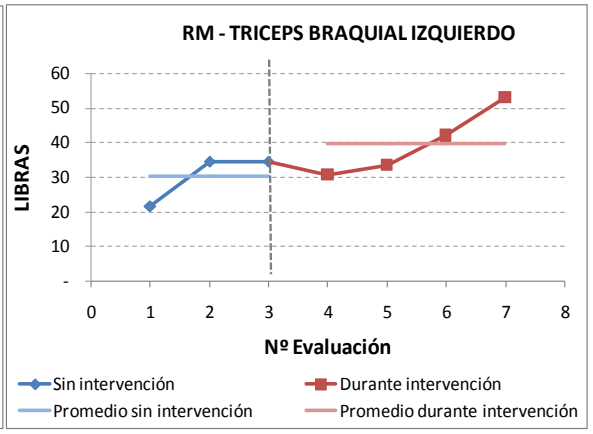


En la resistencia máxima del músculo braquiorradial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 34,39 libras y en la evaluación final de 66,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 36,39 libras y en la fase B de 53,81 libras, evidenciando un incremento de 17,42 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 26,49 libras y en la evaluación final de 66,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 32,28 libras y en la fase B de 52,82 libras, evidenciando un incremento de 20,55 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 94

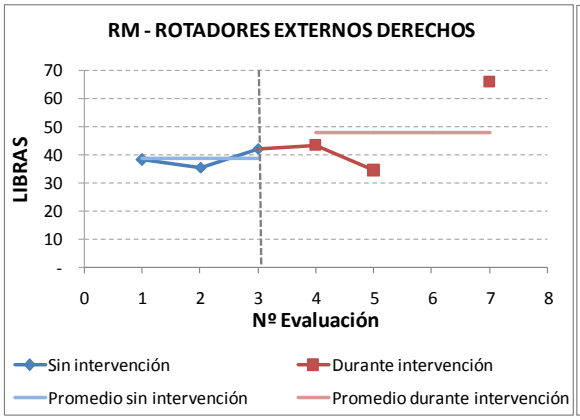


Gráfica 95

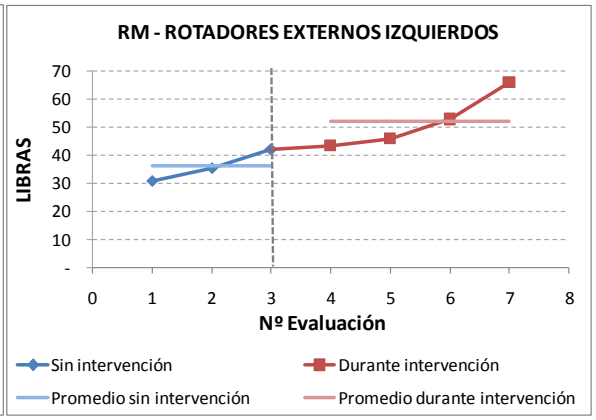


En la resistencia máxima del músculo tríceps braquial de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 24,15 libras y en la evaluación final de 52,91 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 27,75 libras y en la fase B de 42,54 libras, evidenciando un incremento de 14,8 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 21,64 libras y en la evaluación final de 52,91 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 30,14 libras y en la fase B de 39,75 libras, evidenciando un incremento de 9,61 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 96



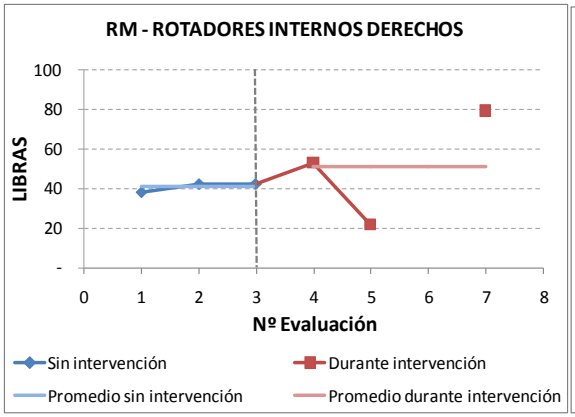
Gráfica 97



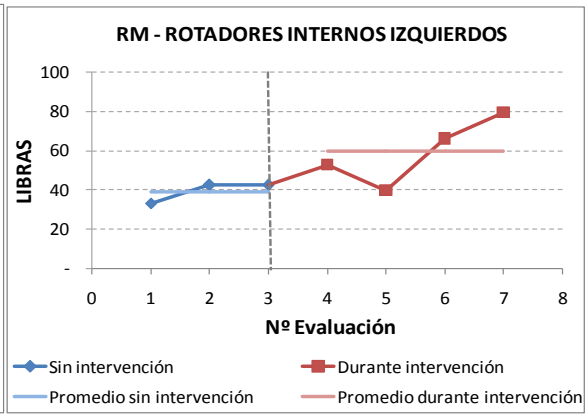
En la resistencia máxima de los músculos rotadores externos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 38,36 libras y en la evaluación final de 66,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 38,8 libras y en la fase B de 48,12 libras,

evidenciando un incremento de 9,32 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 30,95 libras y en la evaluación final de 66,14 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 36,33 libras y en la fase B de 52,19 libras, evidenciando un incremento de 15,86 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 98



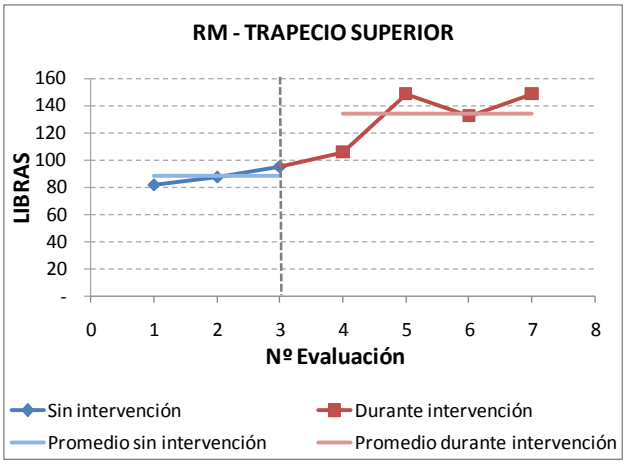
Gráfica 99



En la resistencia máxima de los músculos rotadores internos de ambas extremidades superiores se observa que hubo un incremento en la fase B respecto a la fase A. En el miembro superior derecho el RM de la evaluación inicial fue de 38,36 libras y en la evaluación final de 79,37 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 41,01 libras y en la fase B de 51,31 libras, evidenciando un incremento de 10,30 libras en el promedio durante la intervención. Por otro lado, en el miembro superior izquierdo el RM de la evaluación inicial fue de 33,16 libras y en la evaluación final de 79,37 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 39,27 libras y en la fase B de 59,52 libras, evidenciando un incremento de 20,25 libras en el promedio durante la intervención.

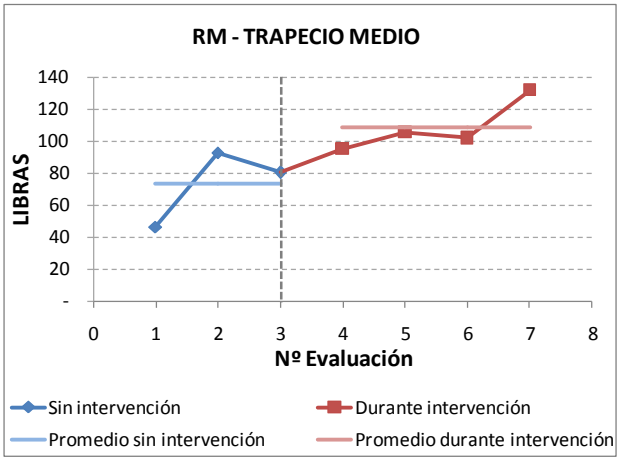
En contraste con las anteriores, las gráficas entre la 100 y 105 corresponden a músculos para los cuales se evaluó la resistencia máxima de forma bilateral arrojando un único dato.

Gráfica 100



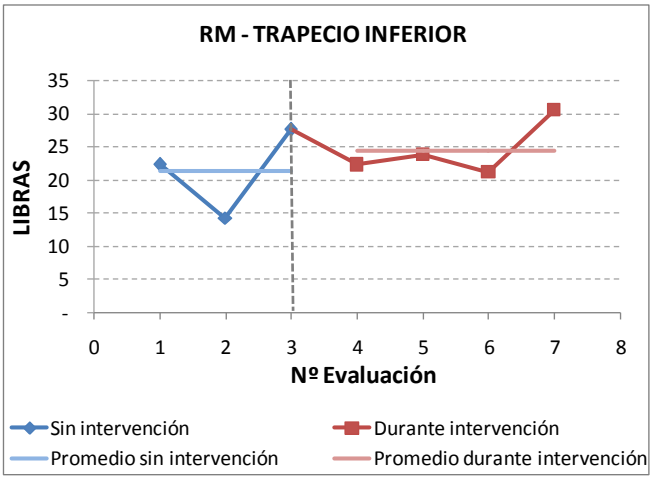
La resistencia máxima del músculo trapecio superior en la evaluación inicial tuvo un valor de 87,55 libras y en la evaluación final de 148,15 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 21,42 libras y en la fase B de 24,47 libras, evidenciando un incremento de 3,06 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 101



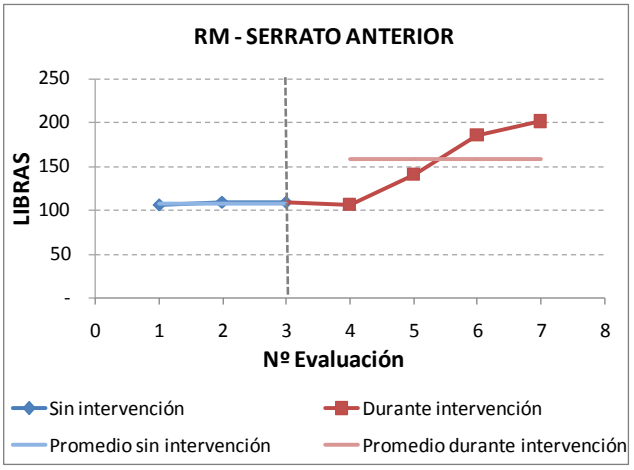
La resistencia máxima del músculo trapecio medio en la evaluación inicial tuvo un valor de 46,08 libras y en la evaluación final de 132,28 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 73 libras y en la fase B de 108,84 libras, evidenciando un incremento de 35,84 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 102



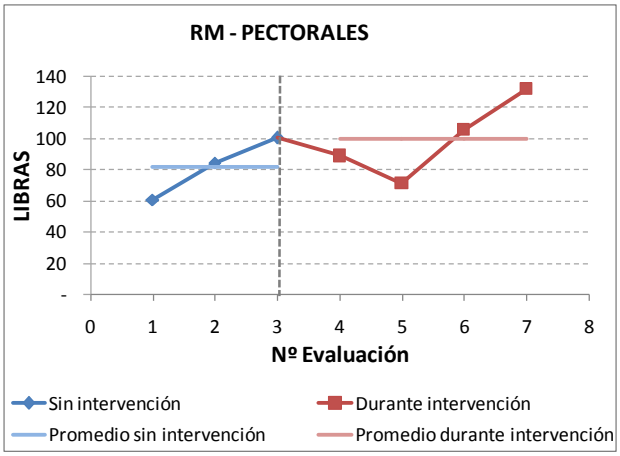
La resistencia máxima del músculo trapecio inferior en la evaluación inicial tuvo un valor de 22,32 libras y en la evaluación final de 30,60 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 21,42 libras y en la fase B de 24,47 libras, evidenciando un incremento de 3,06 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 103



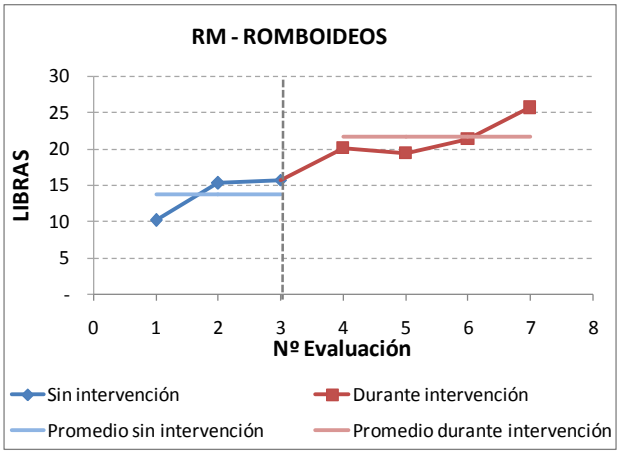
La resistencia máxima del músculo serrato anterior en la evaluación inicial tuvo un valor de 105,82 libras y en la evaluación final de 201,06 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 107,58 libras y en la fase B de 158,07 libras, evidenciando un incremento de 50,49 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 104



La resistencia máxima de los músculos pectorales en la evaluación inicial tuvo un valor de 60,85 libras y en la evaluación final de 132,28 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 82,01 libras y en la fase B de 99,70 libras, evidenciando un incremento de 17,68 libras en el promedio durante la intervención.

Gráfica 105



La resistencia máxima de los músculos romboideos en la evaluación inicial tuvo un valor de 10,20 libras y en la evaluación final de 25,67 libras; el promedio de las mediciones tomadas en la fase A fue de 13,75 libras y en la fase B de 21,66 libras, evidenciando un incremento de 7,91 libras en el promedio durante la intervención.

A continuación se muestra una tabla que resume los resultados de todas las variables para el caso 4:

Tabla 6. **Diferencia de promedios de los resultados de la fase A (sin intervención) y de la fase B (durante la intervención) para cada variable.**

Variable	Fase A Promedio sin intervención	Fase B Promedio durante intervención	Diferencia de promedios
Distancia recorrida (metros)	1597,54	1738,30	140,76
VO2 máx estimado	18,39	20,98	2,58
RM - Deltoides anterior derecho	24,19	30,36	6,17
RM - Deltoides anterior izquierdo	22,81	30,58	7,77
RM - Deltoides posterior derecho	32,71	46,30	13,59
RM - Deltoides posterior izquierdo	31,76	46,30	14,54
RM - Deltoides medio derecho	24,97	27,34	2,37
RM - Deltoides medio izquierdo	24,97	27,37	2,40
RM - Bíceps braquial derecho	37,14	46,39	9,25
RM - Bíceps braquial izquierdo	38,06	45,82	7,76
RM - Braquiorradial derecho	36,39	53,81	17,42
RM - Braquiorradial izquierdo	32,28	52,82	20,55
RM - Tríceps derecho	27,75	42,54	14,80
RM - Tríceps izquierdo	30,14	39,75	9,61
RM - Rotadores externos derecho	38,80	48,12	9,32
RM - Rotadores externos izquierdo	36,33	52,19	15,86
RM - Rotadores internos derecho	41,01	51,31	10,30
RM - Rotadores internos izquierdo	39,27	59,52	20,25
RM - Trapecio superior	88,14	133,60	45,46
RM - Trapecio medio	73,00	108,84	35,84
RM - Trapecio inferior	21,42	24,47	3,06
RM - Serrato anterior	107,58	158,07	50,49

RM – Pectorales	82,01	99,70	17,68
RM – Romboideos	13,75	21,66	7,91

7. DISCUSIÓN

7.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cambios en la calidad de vida relacionada con la salud

La calidad de vida fue evaluada con la encuesta SF-36v2, los resultados se muestran a través de los componentes físico y mental de la salud, que totalizan las puntuaciones de las 8 escalas que conforman la encuesta, que son: funcionamiento físico, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, rol emocional y salud mental. Todas las escalas contribuyen a la puntuación total de ambos componentes**.**

Se realizaron siete mediciones a lo largo del estudio, tres sin intervención y cuatro durante la intervención, se observó que en tres de los casos hubo una amplia oscilación entre las puntuaciones obtenidas para los componentes físico y mental, solo en el componente mental del caso 2 se observaron valores similares durante la fase A y luego un incremento progresivo en las mediciones de la fase B.

Tal variabilidad en los resultados puede haberse debido al corto periodo de tiempo que separó las mediciones, pues la SF36v2 le pide al encuestado que responda las preguntas respecto a la forma como se sintió o actuó las últimas 4 semanas, por lo cual debe ser aplicada cuando hayan pasado por lo menos 4 semanas de la administración anterior si es usada en estudios longitudinales para no afectar la validez de las mediciones[65]. Por esta razón se han comparado solamente la evaluación inicial y final de cada caso

Respecto al componente físico, los cambios entre la primera y ultima evaluación de calidad de vida muestran que todos excepto uno de los sujetos (caso 2) mejoraron. Según los reportes del Scoring Software 4.5 de QualityMetric, los cambios de 5 puntos o más son clínicamente importantes, por lo tanto, el cambio fue clínicamente significativo en los casos 3 y 4 (7 puntos).

Igualmente en el componente mental, los cambios entre la primera y ultima evaluación de calidad de vida muestran que todos excepto uno de los sujetos (caso 4) mejoraron, de los cuales los casos 1 y 2 tuvieron un cambio clínicamente importante, con un aumento de 5 y 7 puntos respectivamente.

Es posible que la razón por la cual se observaron pocos cambios en la calidad de vida en este estudio sea que la duración del protocolo de ejercicio físico (11 semanas) no fue suficiente para generarlos. Hicks y colaboradores en un ensayo clínico controlado con 34 personas con lesión medular crónica, sometidas a un programa de ejercicio aeróbico y de fortalecimiento muscular de 9 meses, demostró que un programa estructurado de ejercicio a largo plazo, con una frecuencia de dos veces por semana, permitió obtener incrementos significativos en la calidad de vida, el grupo de intervención reportó menos estrés, menos síntomas depresivos y una mayor satisfacción con su funcionamiento físico que el grupo control (P< 0,05), también mostraron menos dolor, mayores mejoras percibidas en la salud y mejor calidad de vida que los controles(P<0,05)[8.]

La asociación de las mejorías en calidad de vida al programa de ejercicio físico se fortaleció con los resultados de un estudio longitudinal realizado después de finalizar el ensayo clínico controlado, el cual incluyó siete de los sujetos que habían participado en este. Ditor y colaboradores demostraron que la adherencia al ejercicio físico es necesaria para evitar complicaciones de salud y para mantener los aumentos en el bienestar psicológico y que el dolor es un predictor importante de la práctica de ejercicio físico, por lo cual se deben hacer esfuerzos para el alivio del dolor en esta población[52].

No existen otros estudios con características similares a este para comparar los resultados obtenidos, pero sí otros que soportan la asociación positiva entre el ejercicio físico y la calidad de vida en la población con lesión medular.

Una revisión de literatura realizada por Devillard y colaboradores encontró que el ejercicio físico tiene un impacto positivo sobre la calidad de vida de las personas con lesión medular, pues les permite participar de la actividad física y realizar las actividades de la vida diaria de manera independiente y satisfactoria, además de mantener un buen estado emocional[17]. Por otro lado el metanálisis elaborado por Martin Ginis y colaboradores, que incluyó 21 estudios con diseños transversales en su mayoría y solo tres experimentales, mostró que sí existe una relación positiva entre la actividad física y el bienestar subjetivo, cabe anotar que los autores piensan que puede haberse subestimado la fuerza de esta relación en el metanálisis dada la dudosa calidad psicométrica de las herramientas de medición de bienestar subjetivo y los pocos estudios con diseños experimentales que permitieran un mejor control y medición[10].

También dos estudios de tipo transversal soportaron esta relación. Stevens S.L. y colaboradores, con una muestra de 62 personas con lesión medular crónica, mostraron que de todas las variables estudiadas (nivel de lesión, lesión completa o

incompleta, tiempo transcurrido desde la lesión y nivel de actividad física) el nivel de actividad física fue el único predictor significante de calidad de vida[12]. Además el ejercicio físico fue identificado como un determinante principal de la calidad de vida a través de un estudio transversal retrospectivo realizado con 227 personas con lesión medular crónica por Anneken V. y colaboradores[61].

Por otro lado en esta investigación la herramienta de medición evalúa la calidad de vida relacionada con la salud, puesto que este tipo de herramientas tienden a sobre-estimar el impacto de la salud y subestimar otros aspectos importantes para el individuo como sus valores y preferencias[7], se decidió realizar la pregunta "¿considera que el ejercicio físico ha influido en su calidad de vida?" a los 4 participantes de la investigación con el fin de conocer su perspectiva; las respuestas fueron las siguientes:

Caso 1: "Sí, me siento mejor, con más fuerza y mejor estado físico por lo que al hacer algunas actividades me cuesta menos trabajo."

Caso 2: "Sí, porque si uno hace ejercicio físico tiene mejor estado físico para empujar la silla."

Caso 3: "Claro que sí, me ha dado una motivación extra que necesitaba para hacer cosas que antes tenia ganas de realizar, pero no me había decidido a hacer, como el de ingresar a la liga del Valle y practicar un deporte, además realizo otras actividades con una mayor facilidad y sin tanto agotamiento físico."

Caso 4: "Claro que sí, la independencia que he ganado es mucha, mi condición física mejoró en un 100%."

Todos los participantes consideraron que el ejercicio físico influyó en su calidad de vida, en general para todos fue más fácil y menos agotador la realización de actividades y además para uno de ellos fue un factor motivante para ingresar a la práctica deportiva.

A partir de esto se puede decir que uno de los resultados positivos y que se deben destacar de esta investigación es el ingreso a la práctica deportiva de dos de los sujetos de la investigación (caso 3 y 4), quienes a pesar de conocer sobre el deporte adaptado para personas con discapacidad desde antes de la investigación no habían tomado la decisión de incluirse. Este resultado soporta la relación positiva entre el ejercicio físico y la calidad de vida.

Esta suposición es coherente con la recomendación para soportar la relación entre actividad física y calidad de vida en población con lesión que hace Martin Ginis K.A. en su metanálisis, donde propone que la investigación debe enfocarse también en explicar los mecanismos subyacentes de esta relación, tales como: el surgimiento de sentimientos de logro y dominio con la actividad física, que a su vez aumentan el autoestima, la autoeficacia y el autocontrol, las oportunidades de interacción social y de esta manera el logro de la integración social[10].

Además se ha demostrado que el nivel de calidad de vida de las personas con lesión medular no depende del nivel de lesión, ni del grado de la lesión, ni de la discapacidad[6, 9, 12, 60], sino que el acceso e integración a la comunidad, el empleo, el matrimonio y el soporte social son factores determinantes de la calidad de vida por encima de otros como la discapacidad o la deficiencia según la revisión sistemática realizada por Tate D.G. y colaboradores[9]. De manera similar Devillard y colaboradores destacó en su revisión de literatura, que uno de los estudios incluidos mostró que las personas con lesión medular con mejores niveles de calidad de vida tenían gran habilidad para trabajar, estudiar y participar en distintas actividades, demostrando así la importancia del ejercicio físico pues este permite adquirir ciertas capacidades, adicionales y necesarias para estas actividades de integración social[17].

Por tanto, aunque la práctica de ejercicio físico no haga parte de los factores que inciden directamente sobre la calidad de vida, si hay una relación entre este y la calidad de vida, pues permite lograr ciertas capacidades necesarias para la integración social, visto en esta investigación en el caso de dos sujetos que motivados por los resultados del entrenamiento ingresaron a la practica deportiva.

Por último, con relación a los casos 2 y 4 en los que desmejoraron los componentes físico y mental respectivamente, la presencia de problemas urológicos pudieron estar relacionados con estos resultados, pues la aparición de los síntomas de infección urinaria en el sujeto del caso 2, razón por la cual posteriormente abandonó el estudio, y de una lesión vesical al realizar el cateterismo en el caso 4, que le obligó a suspender el ejercicio físico durante una semana, coinciden con las últimas evaluaciones de calidad de vida. Se ha demostrado que la presencia de complicaciones como el dolor neurogénico crónico, la espasticidad problemática y los problemas urológicos e intestinales tienen una fuerte asociación negativa con la calidad de vida en personas con lesión medular[12, 15].

Cambios en la capacidad aeróbica

Las variables de consumo de oxigeno máximo, nivel de condición física y distancia recorrida fueron evaluadas con la prueba de campo de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos desarrollada por Franklin y cols. la cual debido a su sencillez y bajo costo se puede realizar en el medio local.

Se desarrollaron 7 evaluaciones a lo largo del estudio, en donde todos los casos presentados muestran un incremento en las variables de distancia recorrida y consumo de oxigeno máximo, a partir de la comparación entre las mediciones iniciales y finales de cada caso. Así mismo los resultados de la diferencia promedio entre las fases A (sin intervención) y B (con intervención) muestran una mejoría en la fase B

El sujeto del caso B, que no finalizó el protocolo de ejercicio físico por motivo de enfermedad, presentó hasta la aparición del proceso patológico incrementos durante las mediciones en las variables consumo máximo de oxigeno, distancia recorrida y nivel de condición física.

Respecto a lo anterior, nuestros hallazgos se correlacionan directamente con lo encontrado en el estudio de Bougenot y cols., en el que concluyen tras aplicar un programa de entrenamiento con ergómetro en silla de ruedas, que establecer un programa individualizado para personas con paraplejia puede mejorar significativamente el nivel de condición física y la capacidad de resistencia, indicado en la variable de consumo de oxigeno máximo[46]**.**

Otro estudio que refiere mejoría en el consumo máximo de oxigeno es el desarrollado por Tordi y cols. quienes investigaron los efectos de un programa de entrenamiento en el que 5 pacientes con lesión medular realizaron ergometría en silla de ruedas 30 minutos al día, tres veces por semana, durante 4 semanas, este estudio les permitió concluir que un protocolo de entrenamiento con estas características logra mejorar el consumo de oxigeno y la condición física[48].

Bizzarini y cols. desarrollaron un estudio de cohortes con el objetivo de evaluar el efecto del entrenamiento con ergometro de brazos en 21 pacientes con lesión medular en fase pos aguda, la intervención desarrollada durante 6 meses con intensidad determinada según pruebas cardiovasculares, con frecuencia de 6 días a la semana y 90 minutos de duración, arrojó como resultados un incremento inicial en las variables: nivel de intensidad de trabajo, parámetros hematológicos y

parámetros hormonales durante las primeras cuatro semanas y posteriormente se apreció una estabilización de las mismas[50]. Esta tendencia no es apreciable en esta investigación debido a que el tiempo de intervención es diferente, pues a lo largo del estudio se presentaron incrementos en las variables estudiadas, sin embargo la investigación de Bizzarini y cols. nos permite conocer un posible comportamiento de las variables en los sujetos ante una prolongación en la intervención.

En el nivel de condición física, estimado a partir de la distancia recorrida en la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos, la variable que presentó pocos cambios fue nivel de condición física, puesto que los rangos establecidos de distancia recorrida y consumo de oxigeno máximo estimado calculados con la prueba de propulsión de silla de ruedas son muy amplios para cada nivel establecido, por lo cual solamente se apreciaron cambios superiores a un nivel.

En el estudio realizado por Moro y cols. en 2005 refiere que luego de la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico en ergometro de silla de ruedas de 30 minutos, 3 veces por semana, durante 6 semanas, se apreció en los participantes una mejoría en consumo de oxigeno y otras variables las cuales no fueron tenidas en cuenta en el presente estudio pero que también son muy importantes como lo son el volumen tidal que presento un incremento y la eficiencia ventilatoria que también mejoro en términos interacción cardiopulmonar[47].

Por otro lado McVeigh y cols. mencionan que sujetos físicamente activos antes de la lesión medular, tendrían una mayor probabilidad de desarrollar actividad física frecuente así como también una mayor interrelación con la comunidad que una persona que no sea practicante de actividad física previo al evento[54]. Lo anterior se aprecia en los casos C y D, que eran físicamente activos antes de la lesión y lograron integrarse durante la intervención con el protocolo de ejercicio físico a la práctica deportiva activa, inclusive llegando a un nivel de elite clasificando a Juegos Nacionales Paralímpicos (Colombia). El sujeto del caso 2, también manifestó querer vincularse a una práctica deportiva durante la intervención, sin embargo debido a un proceso patológico no pudo concretar su vinculación e inclusive no logro completar el protocolo de entrenamiento.

Por último al igual en el estudio Bougenot y cols. como aspecto relevante en la rehabilitación se debe considerar el reacondicionamiento cardiovascular, debido a la gran repercusión que tiene esta en la persona con lesión medular. Con el fin de obtener resultados óptimos en la intervención, se debe realizar un proceso evaluativo coherente y riguroso debido a que solo de esta forma es posible

determinar las intensidades de ejercicio individualizados[5], lo cual determinara ir consolidando parámetros de entrenamiento cada vez mas aceptados en esta población.

Cambios en la fuerza muscular

La variable de fuerza muscular fue valorada con el test de fuerza máxima isométrica (test de fuerza isoinercial para hallar 1RM) que permite el uso de instrumentos como mancuernas, los cuales son fáciles de conseguir y debido a la sencillez de la prueba y su bajo costo se puede realizar en el medio local.

Se desarrollaron 7 evaluaciones a lo largo del estudio y los resultados muestran que al final de este hubo cambios en la fuerza máxima en todos los casos, en la mayoría de los músculos.

En los tres casos que completaron el protocolo de entrenamiento la mayoría de los músculos evaluados presentaron diferencia entre las medias de la fase A (Sin intervención) y fase B (Durante intervención) del estudio a favor de esta última; la única excepción fue el músculo trapecio medio del caso 3 cuya diferencia de medias fue negativa (-5,25 lb)

Los cambios principales comunes a los casos 1, 3 y 4, que fueron los que completaron el estudio, se dieron en el músculo serrato anterior cuya diferencia de medias entre la fase A y la fase B del estudio fue superior a 40 lb a favor de la intervención (C1: 43,98 lb, C3: 56,66 lb y C4 50,49 lb), seguido de los músculos trapecio superior (C1: 25,87 lb, C3: 35,72 lb y C4: 45,46 lb) y pectorales (C1: 20,75 lb, C2: 32,63 lb y C4: 17,68 lb) cuyos resultados también podrían considerarse como relevantes.

Estos datos se relacionan con los mostrados por Jacobs y cols en donde las ganancias medidas con el test de fuerza isoinercial para hallar 1RM muestran cambios que oscilaron entre el 11,9% y el 30% con una ganancia media del 21,1% lo cual fue estadísticamente significativo, en este estudio la muestra utilizada fue de 10 sujetos con lesión medular y la evaluaciones se realizaron antes del entrenamiento y en las semanas 4, 8 y 12 del mismo[39].

Estos resultados son clínicamente importantes para los sujetos puesto que los músculos mencionados intervienen en actividades necesarias para la población

con trauma raquimedular, Jacobs y cols encuentran que algunas de estas actividades son la transmisión del peso corporal, en la que utilizan un alto porcentaje de su RM los músculos serrato anterior y pectoral mayor, la propulsión de la silla y el alivio del peso corporal en las que se activa también el pectoral mayor[39].

Jimenez y cols refieren que la ganancia de una mejor técnica de propulsión se da por el aumento de fuerza de los músculos agonistas en la acción que según estudios basados en registros electromiográficos (EMG) son el bíceps y tríceps braquial, deltoides, pectoral mayor y el trapecio. Esta ganancia de una mejor técnica de propulsión puede verse reflejada en la reducción de la fatiga [53]. A pesar de la no existencia de un registro cualitativo, esto pudo observarse durante la prueba de propulsión de la silla de ruedas durante 12 minutos.

Otros músculos en los que se vieron resultados comunes con diferencias de medias de más de 20 lb fueron los rotadores internos de ambas extremidades, con excepción de los rotadores internos del miembro superior derecho del caso 3. En el músculo braquiorradial se observa una diferencia de medias mayor a 10lb en todos los casos, con excepción del braquiorradial derecho del caso 3; por su parte en el bíceps braquial las diferencias de medias mayores a 10 lb solo se observan en el caso 3 y en el caso 1 solo en el bíceps braquial izquierdo.

En los tres casos las diferentes porciones del músculo deltoides anterior tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la diferencia de medias en donde solo el deltoides posterior de ambos miembros superiores obtuvo diferencias superiores a 10 lb. El resto de músculos trabajados presentaron valores en la diferencia de medias entre las fases A y B menores a 10 lb.

En el caso 2, en el que no fue posible realizar un análisis a través de la diferencia de medias, se observa que hasta el momento en que abandonó el estudio los cambios más notorios se observaron en los músculos trapecio superior, trapecio medio, trapecio inferior y pectorales; en los demás músculos trabajados se observan pequeños cambios que generalmente muestran incrementos hacia la fase de intervención, con excepción de los músculos serrato anterior y rotadores internos del miembro superior derecho en los que se observa disminución en los valores de fuerza en esta fase.

Los cambios observados en la fuerza muscular no necesariamente presentaron una relación proporcional con la cantidad de sesiones en las que se trabajó cada músculo (ANEXO K); no obstante debido a que el entrenamiento no se limitó al

trabajo con pesas, sino que se incluyó un componente de entrenamiento funcional en el que el sujeto realizó ejercicios de autocarga, se podrían atribuir a estos parte de las ganancias observadas; hace falta investigación al respecto puesto que no se encontraron investigaciones que estudiaran los efectos de los ejercicios de autocarga en la fuerza muscular.

Algunos resultados de las evaluaciones de fuerza muscular muestran inconsistencias tales como datos ausentes o valores extremos que dificultan realizar el análisis visual o afectan considerablemente las diferencias de medias. Estas inconsistencias se muestran específicamente en la evaluación No 4 del trapecio superior del caso 1, evaluación No 4 del braquiorradial izquierdo del caso 2 y evaluación No 6 de los rotadores externos e internos derechos del caso 4, cuyos datos no se reportan debido a que la evaluación no pudo completarse porque los sujetos presentaban dolor y/o inflamación.

7.2 DISCUSION DE METODOLOGIA

Con relación al diseño de sujeto único utilizado para este estudio, es de tipo cuasi experimental y toma al individuo como una unidad de análisis, debido a esto posibilita la investigación en poblaciones en las que es difícil reclutar un numero adecuado para la muestra y permite tener en cuenta los aspectos individuales, lo cual se puede comparar con la practica fisioterapéutica pues resalta también la importancia de la atención individualizada.

Sin embargo, es un estudio que requiere el tiempo suficiente de seguimiento para realizar una serie de repetidas observaciones, introduciendo una variable (tratamiento) en dichas observaciones para valorar los cambios durante la intervención [11]**.** En este estudio el tiempo no fue el suficiente para realizar el numero de las mediciones adecuado para tener una línea de base estable (fase A) y para lograr medir posibles mayores cambios generados por la intervención si esta hubiera sido aplicada más tiempo (fase B).

Para lograr realizar el mayor número de mediciones posibles, siete, fue necesario que el periodo de tiempo entre cada una fuera muy corto, las tres primeras evaluaciones de la fase A y la 4 evaluación de la fase B se realizaron cada dos semanas y las siguientes tres evaluaciones de la fase B cada 3 semanas, por lo tanto se disminuyó así la validez de las mediciones, pues posiblemente habrían mayores cambios entre mediciones si la intervención se hubiera aplicado más tiempo.

Otro aspecto importante relacionado con la repetición constante de las pruebas es que debido a que los cambios en la capacidad aeróbica y en la fuerza muscular se midieron con pruebas de gran exigencia física y por tanto motivacional, puede ser que los participantes de este estudio consideraran tedioso la evaluación constante y las desempeñaran inadecuadamente.

Por último la cantidad de mediciones tomadas no fueron suficientes para aplicar un diseño estadístico específico para este tipo de estudio.

Respecto a la herramienta de medición utilizada para evaluar calidad de vida, la encuesta SF-36 es una de los instrumentos más ampliamente usados y validados y con mejor desempeño psicométrico en población general y con lesión medular según revisiones de literatura [62, 7]. En población con lesión medular los estudios han reportado muy buena consistencia interna (α: 0,72 – 0,98[68] y α: 0,76 – 0,99[69]), confiabilidad intraevaluador (CCI: 0,71 - 0,99[68]) y confiabilidad iterevaluador (CCI 0,48 - 0,91[68]). Además en el año 2006 Lugo L.H y colaboradores demostraron que la versión colombiana en español del cuestionario SF 36 es un instrumento adaptado y confiable que puede utilizarse adultos sanos o enfermos, alfabetas con cualquier grado de escolaridad, mediante entrevista o autodiligenciado asistido en Colombia[66].

A pesar de las características de esta herramienta que hacen que sea un instrumento adecuado para investigar sobre calidad de vida en esta población, la redacción de algunas preguntas de la escala de funcionamiento físico de la encuesta es inapropiada para las personas con lesión medular usuarias de silla de ruedas, pues utiliza palabras como caminar [70, 7]. Esta falencia lleva a cuestionar la validez de estos ítems para la población de este estudio y debe ser considerada en la interpretación de los datos, pues la encuesta refleja el nivel de discapacidad física del sujeto[65], algo que no cambiaría en una o más aplicaciones de la encuesta dada la naturaleza permanente de la lesión medular.

Otro aspecto que puede haber limitado los resultados en la medición de calidad de vida son las limitaciones debidas el enfoque conceptual al que pertenece la encuesta SF-36. los instrumentos de enfoque objetivo sobreestiman el impacto de la salud, mientras que subestiman los aspectos importantes o preferencias de cada individuo, además imponea individuos con diferentes circunstancias de vida y niveles de habilidad los mismos objetivos y dominios de la vida, especialmente aquellos medibles, como prioritarios para su calidad de vida, aún cuando se ha demostrado que las variables especificas como nivel o severidad de la lesión no afectan la calidad de vida objetiva[7].

Por lo anterior en este estudio los pocos cambios en las variables de calidad de vida, componente físico y componente mental, pueden estar relacionados también con la falta de sensibilidad de la escala de funcionamiento físico en las personas con lesión medular, lo cual afectaría sobre todo los resultados del componente físico pues la escala de funcionamiento físico tiene una correlación más alta con este que con el componente mental[65].

En cuanto al protocolo de entrenamiento, para el componente de capacidad aeróbica la literatura determina como intensidad necesaria para inducir beneficios en usuarios con lesión medular el 70% de la frecuencia cardiaca máxima con una duración mínima de 20 minutos[50], esto fue absolutamente coherente con esta investigación ya que permitió generar mejoría clínicamente importante en términos de capacidad aeróbica dentro de un marco seguro sin presencia de sobre entrenamiento o accidentes relacionados con el esfuerzo realizado por los sujetos, algo fundamentado en la evidencia que respalda que esta programación no es riesgosa para la población.

PankajBajpai y cols. en su estudio tenía como uno de sus objetivos principales investigar el efecto de un corto intervalo de entrenamiento en la resistencia cardiaca y el estado funcional en adultos con tetraplejia traumática, donde tomó una muestra de 30 sujetos con tetraplejia (C6-T1)[49]. El protocolo que implemento es tomado de la guía de la ACSM el cual es similar en términos de duración, intensidad y frecuencia al desarrollado en nuestro estudio; como resultado obtiene que en todos los sujetos se presenta aumento significativo en la resistencia cardiovascular, algo que también es similar a nuestro estudio ya que en todos los casos se presentaron aumentos en el consumo máximo de oxigeno.

Como menciona Harvey L. el consumo máximo de oxigeno, es indicador por excelencia del estado aeróbico de los individuos, el cual debe valorarse y vincularse teniendo en cuenta características propias de la población con lesión medular, puntualmente al considerar los mecanismos que pueden ser factor limitante [28],esto incluye considerar situaciones en las cuales no se alcanza el gasto cardiaco máximo (por ejemplo, ejercicio con una sola extremidad), el factor limitante se encuentra a nivel periférico (masa mitocondrial, densidad capilar), mientras que en los ejercicios que provocan la máxima respuesta cardiovascular al ejercicio, el gasto cardiaco máximo es el principal factor limitante para el VO2max[24], en la presente investigación los ejercicios utilizados involucraron ambas extremidades superiores, musculatura de tronco tanto anterior como posterior y musculatura de cuello. (ANEXO J)

En relación a la valoración de la capacidad aeróbica, la prueba de consumo de oxígeno máximo que se realiza en laboratorio es la forma precisa de medición, pero debido a su alto costo por requerir de equipos y personal especializado no fue posible realizarla. La prueba de campo de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos se utilizó porque permite obtener una buena estimación del consumo de oxigeno y no requiere ni equipos y personal especializado, utiliza un gesto habitual para la población de estudio y permite que varias personas la desarrollen a la vez.

En la ejecución de la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos, todos los sujetos utilizaron su propia silla de ruedas por la facilidad de acceso y por ser el equipo de locomoción cotidiano, sin embargo en el caso 3 las 2 primeras valoraciones se realizaron en su silla y las restantes en la silla del sujeto del caso 4 debido al deterioro en un eje de una de las ruedas delanteras que no fue posible solucionar durante el estudio. Otro aspecto a considerar es la dificultad para conseguir un espacio apropiado para el desarrollo de la prueba, la ciudad de Santiago de Cali cuenta con pocos lugares que cumplan las condiciones mínimas para desarrollarla (lugar cubierto, superficie dura sin irregularidades, espacio amplio cercano a un perímetro de 400 metros).

En cuanto al entrenamiento de la resistencia muscular se puede decir que un periodo de 11 semanas es suficiente para reportar cambios en la fuerza muscular, esto es similar a lo reportado por Jacobs y cols quienes encuentran aumentos significativos en el período de 12 semanas[39], otros estudios como el de Hicks y cols han evaluado resultados a largo plazo encontrando que desde la línea de base a los 9 meses, que fue la duración del entrenamiento, los cambios en la fuerza fueron significativos en la mayoría de los grupos musculares y que los sujetos en el grupo experimental mostraron incrementos progresivos en fuerza después de los 9 meses de entrenamiento[40].

Los músculos tenidos en cuenta para el entrenamiento fueron deltoides (porciones anterior, media y posterior), bíceps braquial, braquiorradial, tríceps braquial, rotadores de hombro (externos e internos), trapecio (porciones superior, media e inferior), serrato anterior, pectorales y romboideos, los cuales son de gran importancia para esta población puesto que un gran porcentaje de la fuerza de estos es usada durante las acciones principales que necesitan realizar los usuarios de silla de ruedas[39].

Se hizo especial énfasis en los músculos de la parte superior del tronco y estabilizadores de escápula debido a que las evaluaciones iniciales mostraron

resultados bajos en el RM, lo cual apoya las investigaciones que han mostrado que estas son áreas con debilidad muscular en personas con paraplejía[39].

El tipo de fuerza incluida en el protocolo de entrenamiento de este estudio fue la fuerza resistencia también llamada resistencia muscular; la cual tiene gran importancia para las personas con trauma raquimedular puesto que se convierten en usuarios habituales de silla de ruedas [41]. Cuando se hizo la revisión de los estudios realizados en población con TRM que muestran resultados en fuerza muscular, sólo se encontró un estudio (Jimenez y cols) que evaluaba la influencia de un entrenamiento de fuerza resistencia con pesas como único método de trabajo [53], los demás estudios revisados combinaban un trabajo de pesas con otro realizado en ergómetro ya sea de brazos o de silla de ruedas [40, 39, 4, 38]

A diferencia del estudio de Jimenez y cols, en cuanto a la evaluación[53], no fue posible incluir en nuestra investigación una medida específica para resistencia muscular sino que se utilizó una prueba para hallar la resistencia máxima de los sujetos, aunque la dinamometría es la prueba precisa para fuerza máxima no fue posible usarla debido al alto costo del equipo requerido, por ello se optó por la prueba de una repetición máxima que ha sido usada en otras investigaciones en personas con trauma raquimedular.

En el entrenamiento las cargas manejadas para hacer énfasis en la fuerza resistencia fueron acordes con la literatura: entre el 40 y 70% de 1RM (Jacobs y cols), aunque el ejercicio de fuerza muscular induce cambios en todos los tipos de fuerza, el tipo de evaluación utilizada pudo no reflejar cambios mayores en la variable fuerza muscular ya que las cargas no son adecuadas para el aumento del tipo de fuerza medido: la fuerza máxima[38]

Por otra parte, uno de los factores externos que afectó las primeras evaluaciones fue los pesos utilizados, cuya carga fue insuficiente para la ejecución de la prueba de resistencia máxima en varios músculos principalmente para los casos 3 y 4, el conocimiento de la prueba fue otro factor que pudo generar una mejor ejecución a partir de la segunda evaluación y en cuanto a las evaluaciones de la fase de intervención, en el caso 1 se observa que en las últimas hubo falta de disposición del sujeto para la ejecución de la prueba, por cuestiones de tiempo.

7.3 UTILIDAD DEL ESTUDIO

La lesión medular es una condición permanente con la que debe vivir el individuo afectado, después de haber logrado los objetivos funcionales las intervenciones en salud deben apuntar hacia lo que realmente puede cambiar, como la calidad de vida, pues finalmente esta es independiente del nivel y severidad de la lesión. En el ámbito de la salud y particularmente en la población con lesión medular la calidad de vida se ha convertido en un objetivo fundamental a alcanzar en los procesos terapéuticos y por tanto es un tema importante de investigación pues contribuye a la toma de decisiones de los profesionales de la salud [55, 56].

Martin Ginis K.A. y colaboradores en su metanálisis encontraron como limitante para establecer la fuerza de la relación entre ejercicio físico y calidad de vida en personas con trauma raquimedular la dudosa calidad psicométrica de las herramientas de medición de bienestar subjetivo utilizadas y los pocos estudios con diseño experimentales que permiten una mejor medición y control[10].

Se puede decir que este estudio contribuye a la investigación sobre la relación entre ejercicio físico y calidad de vida porque se realizó una revisión exhaustiva de las herramientas de medición válidas para condición física y calidad de vida en trauma raquimedular y sobre los parámetros de prescripción de ejercicio físico adaptado, además el diseño de estudio cuasiexperimental exigió que la intervención y las evaluaciones se realizaran con rigurosidad y control. De esta manera este estudio aporta resultados confiables y facilita la planeación de investigaciones futuras de tipo experimental que si lleven a la generalización de los resultados.

En Colombia existe escasa investigación acerca del ejercicio en las personas con trauma raquimedular, durante la búsqueda bibliográfica se encontró sólo un estudio publicado en el año 2011, realizado por Herrera Popo A. y Moreno Ñañez A., quienes después de caracterizar los aspectos morfofuncionales y motores de una población con paraplejia sedentaria en Santiago de Cali, concluyeron que especialmente las personas con lesión medular requerían un estilo de vida activo físicamente para prevenir complicaciones y enfermedades cardiovasculares y además mejorar el estado físico para un buen desempeño funcional, además hicieron énfasis en la necesidad de profundizar acerca de los parámetros de ejercicio físico adaptado para personas con lesión medular[15].

Por otro lado, dado que actualmente la rehabilitación se ha centrado en el logro de metas funcionales[14], hay una falta de conocimiento sobre los parámetros

adecuados para la intervención con ejercicio físico en la población con lesión medular, que ha sido ya justificada en esta investigación por la necesidad de preparar la parte superior del cuerpo para las actividades diarias, de optimizar al máximo la condición física que se ve muy afectada por la lesión nerviosa, para disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular y para mejorar o mantener la calidad de vida.

Por tanto esta investigación hace una importante contribución al área académica y clínica, a través de la búsqueda y desarrollo de conocimientos acerca de la valoración de la condición física, y la prescripción de ejercicio físico con parámetros adecuados para la población con lesión medular, que puede resultar un reto para algunos profesionales de la salud por la falta de conocimientos.

Esta investigación también contribuye a la mejoría de los procesos de rehabilitación de las personas con traumaraquimedular al promover el uso del ejercicio físico como herramienta esencial de tratamiento y la valoración de la calidad de vida como parte fundamental de los resultados de dichos procesos.

6. RECOMENDACIONES

Acerca de la aplicación de la prueba de propulsión de silla de ruedas durante 12 minutos, si es posible, se recomienda utilizar monitores de frecuencia cardiaca que permitan conocer de manera más precisa la frecuencia cardiaca máxima de los individuos, pues cuando se toma esta de manera manual al finalizar la prueba el dato obtenido es poco confiable ya que esta tiende a disminuir mientras es tomada. A través de la frecuencia cardiaca máxima es posible preescribir ejercicio físico por lo tanto es un dato importante

La investigación acerca de el ejercicio físico y la calidad de vida en personas con trauma raquimedular debe realizarse a través de estudios experimentales, pues estos permite medir y controlar mejor las variables y además al realizar intervención es posible conocer cuales son los parámetros adecuados de ejercicio físico que contribuyen a mejorar la calidad de vida.

Respecto a la valoración de la calidad de vida en personas con trauma raquimedular, se recomienda utilizar las herramientas validadas y confiables en esta población, el fundamento teórico de esta investigación sustenta el uso de la encuesta de salud SF-36 y la escala WHOQOL – BREF ya que cumplen con estas características, sin embargo para evitar los inconvenientes que se presentan con la escala de funcionamiento físico en la encuesta SF-36, se recomienda el uso de la herramienta de medición WHOQOL – BREF, que ya ha sido recomendada por otros autores como Hill M.R. y colaboradores por tener ambos enfoques de conceptualización denominados subjetivo y objetivo y un buen desempeño psicométrico.

Se recomienda realizar estudios en los cuales la intervención con ejercicio físico y el seguimiento sean de larga duración para obtener mayores cambios en la condición física y en la calidad de vida.

En futuros estudios sería importante examinar el efecto del entrenamiento físico sobre la integración social de las personas con trauma raquimedular, pues este es un factor determinante de la calidad de vida en esta población, por encima de otros como el nivel de lesión o de deficiencia.

7. CONCLUSIONES

Después de la aplicación del protocolo de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular no se presentaron mayores cambios en los componentes físico y mental de calidad de vida, como resultado del corto tiempo de la intervención y de la falta de sensibilidad de la escala de funcionamiento físico de la encuesta SF-36v2 en población con trauma raquimedular. De acuerdo a la literatura relacionada con el tema, se puede decir que el ejercicio físico sí tiene una relación positiva con la calidad de vida de las personas con trauma raquimedular, que además se comporta como un factor mediador para el logro de capacidades necesarias para conseguir la integración social, la cual es un determinante principal de la calidad de vida en esta población. Un estilo de vida activo debe ser promovido como parte esencial de la rehabilitación a través del ejercicio físico.

En la prescripción de ejercicio es indispensable tener conocimiento de las características propias de esta población relacionadas con la lesión nerviosa y sus consecuencias estructurales y funcionales; respecto a la valoración de la capacidad aeróbica y la fuerza muscular se deben desarrollar valoraciones regulares con pruebas validadas en personas con lesión medular, considerando su factibilidad en el entorno local tales como la prueba de propulsión de silla de ruedas de 12 minutos y la prueba de estimación de 1RM.

El tiempo utilizado en este estudio, correspondiente a 11 semanas, fue suficiente para reportar cambios en la fuerza muscular; no obstante en periodos de tiempos mayores los cambios encontrados pueden ser más significativos según lo reportado por la literatura; por su parte la progresión entre intensidades del 40% al 75% de 1RM y de la frecuencia cardiaca máxima mostraron cambios positivos en la fuerza muscular y en la capacidad aeróbica respectivamente, por lo cual son indicados para trabajar estos componentes.

Tanto el entrenamiento de capacidad aeróbica como el entrenamiento de fuerza muscular son indispensables en la intervención de la persona con trauma raquimedular, ambos tienen efectos positivos sobre la capacidad aeróbica del sujeto[4], pero en términos de fuerza sólo el entrenamiento con pesas tiene efectos positivos sobre todas las modalidades de la misma. Es por ello que cuando se quieren obtener resultados en ambos componentes es muy conveniente realizar entrenamiento combinado. [40, 39, 38]

BIBLIOGRAFIA

1. Phillips WT, Kiratli BJ, Sarkarati MWeraarchakul G. Effect of Spinal Cord Injury on the Heart and Cardiovascular Fitness. Curr Probl Cardiol, November 1998; 23 (1): 675

2. Naughton M, Shumaker S, Anderson R, Czajkowski S. Psychological aspects of health-related quality of life measurement: Tests and Scales. In Quality of Life and Pharmacoeconomics. 1996; 15: 117-131

3. Haisma J, Post W, Van der Woude L, Stam H, Bergen M, Sluis T, et al. functional independence and health-related functional status following spinal cord injury: a prospective study of the association with physical capacity. J Rehabil Med 2008; 40: 812–818.

4. Jacobs, PL. Effects of Resistance and Endurance Training in Persons with Paraplegia. Medicine & Science In Sports & Exercise 2009; 41(5): 992–997.

5. Bougenot MP, Tordi N, Le Foll D, Parratte B, Lonsdorfer J, Rouillon JD. Reconditioning programs for spinal cord-injured persons: a brief review and recommendations. Science & Sports 2003;18: 175–181

6. Westgren N, Levi R. Quality of life and traumatic spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1998;79: 1433-1439.

7. Hill MR. Noonan VK. Sakakibara BM. Miller WC. Equipo de investigación de SCIRE. Quality of life instruments and definitions in individuals with spinal cord injury: a systematic review. Spinal Cord 2010; 48: 438-450

8. Hicks A.L. Martin K.A. Ditor D.S. Latimer A.E. Craven C. Bugaresti J. y cols. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. Spinal Cord 2003; 41:34 – 43

9. Tate D.G, kalpakjian C.Z, Forcheimer M.B. Quality of life issues in individuals with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83:S18-25

10. Martin Ginis KA. Jetha A. Mack DE. Hetz S. Physical activity and subjective well-being among people with spinal cord injury 2010; 48: 65 – 72

11. Gonnella C. Single subject experimental paradigm as a clinical decision tool. Physical Therapy 1989; 69(7):601-609

12. Caputo J.L. Fuller D.K. Morgan D.W. Physical Activity and Quality of Life in Adults With Spinal Cord Injury. The Journal of Spinal Cord Medicine 2008;31(4): 446-450

13. Nash MS, Exercise as a Health-Promoting Activity Following Spinal Cord Injury. Journal of Neurological Physical Therapy 2005; 29(2):87-106.

14. Valent L, Dallmeijer A, Houdijk H, Slootman HJ, Janssen TW, Van Der Woude L H, Effects of hand cycle training on wheelchair capacity during clinical rehabilitation in persons with a spinal cord injury. Disability and Rehabilitation 2010; 32(26): 2191–2200

15. Herrera A, Moreno A. Estudio de la características morfo-funcionales y motoras de una población sedentaria, en silla de ruedas y con discapacidad física adquirida por trauma raquimedular (paraplejia). Colombia: Universidad del Valle, 2011.

16. Dahlberg A, Kotila M, Kautiainen H, Alaranta H. Functional independence in persons with spinal cord injury in Helsinki. J Rehabil Med 2003; 35: 217–220

17. Devillard X, Rimaud D,Roche F, Calmels P, Effects of training programs for spinal cord injury. Annales de réadaptation et de médecine physique 2007; 50: 490–498

18. Brizuela G, Sinz S, Aranda R, Martinez I. Efecto del pedaleo de brazos sobre el sistema cardiorrespiratorio de las personas con tetraplejia. Revista Internacional de Ciencias del Deporte 2010; 21(6): 297- 310

19. Rodriguez Boto G. Vaquero Crespo J. Libro Traumatismo Raquimedular. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2009.

20. O`Sullivan S. Schmitz T.J. Libro Physical Rehabilitation, Philadelphia: E A Davids Company;2007

21. San Roman E. Neira J.A. Libro: Trauma prioridades, Sociedad Argentina de Medicina y Cirugía del Trauma , 2003, pag: 371

22. Acevedo Gonzalez J.C. Varon L.F. Berbeo Calderon M.E. Feo Lee O. Diaz Orduz R. Avances fisiopatológicos para el entendimiento de la lesión medular traumática. Revisión Bibliográfica.Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. 2008; 22(4):272-281

23. Rodríguez Vélez A. Lesión de la médula espinal: mecanismos del daño Medular. Boletín del Departamento de Docencia e Investigación IREP. 2004, 8(1): 69-73

24. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006

25. Vargas R. Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo. México: Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

26. George J, Garth A, Vehrs P. Test y pruebas físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2005

27. Fernández I, López B, Moral S. Manual de aeróbic y step. España. Editorial: Paidotribo, 2005

28. Harvey L. Tratamiento de la lesión medular. España: Editorial Elsevier, 2010.

29. Franklin BA, Swantek KI, Grais SL, Johnstone KS, Gordon S, Timmis GC. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. Arch Phys Med Rehabil 1990; 71(8): 574-8.

30. Vanderthommen M, Francaux M, Colinet C, Lehance C, Lhermerout C, Crielaard JM, Theisen D, A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. Journal of rehabilitation research and development 2002; 39 (6): 685-692

31. Vinet A, Le Gallais D, Bouges S, Bernard PL, Poulain M, Varray A , et al. Prediction of VO2peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Leager and Boucher test. Spinal cord 2002; 40: 507-512

32. Stewart MW, Melton-Rogers SL, Morrison S, Figoni SF. The measurement properties of fitness measures and health status for persons with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 394-400

33. Prentice W. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2001

34. Fletcher G, Balady G, Amsterdam E, Chaitman B, Eckel R, Fleg J et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. Journal of the American Heart Association 2001; 104: 1694 -1740.

35. Lewis J., Nash M., Hamm L., Martins S., Groah S. The Relationship Between Perceived Exertion and Physiologic Indicators of Stress During Graded Arm Exercise in Persons With Spinal Cord Injuries. Arch Phys Med Rehabil 2007; 88: 1205-1211.

36. Phillips W., Kiratli B., Sakarati M., Weraarchakul G., Myers J., Franklin B., Parkash I., Froelicher V. Effect of spinal cord injury on the hearth and cardiovascular fitness. Current problems in cardiology 1998; 23(11):649-704

37. Chandler J., Brown L. Conditioning for strength and human performance. Philadelphia: Editorial Lippincott Williams & Wilkins, 2007

38. Rodriguez MI, Chagas PS. Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum – review and new evidences. Revista Brasileira de medicina do esporte 2003; 9 (5): 325-335.

39. Jacobs, PL., Nash MS., Rusinowski JW. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. Medicine & Science In Sports & Exercise 2001; 33(5): 711–717

40. Hicks A. L., Martin K. A, Ditor D. S., Latimer A. E. , Craven C.,Bugaresti J y cols. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being; Spinal Cord 2003, 41: 34-43.

41. Davis G.M, Shephard MD R.J., Strength training for wheelchair users *Br J Sports Med* 1990; 24:25-30

42. Widman L.M., Abresch R.T., Styne D.M., McDonald C.M. Aerobic Fitness and Upper Extremity Strength in Patients Aged 11 to 21 Years With Spinal Cord Dysfunction as Compared to Ideal Weight and Overweight Controls. J Spinal Cord Med. 2007; 30: S88–S96

43. Miralles R., Miralles I Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Barcelona: Masson, S.A., 2007

44. Pollock M, Gaesser G, Butcher J, Després, Dishman R, Franklin B, et al. La cantidad y calidad de ejercicio recomendadas para desarrollar y mantener una buena salud cardiovascular y muscular y una flexibilidad apropiada en los adultos jóvenes. Medicine & Science in Sports & Exercise 1998; 30 (6):975-991.

45. Whaley M, Brubaker P, Otto R, Armstrong L, et al American College of Sports Medicine. Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription. Philadelphia: Editorial Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

46. Bougenot MP, Tordi N, Betik AC, Martín X, Le Foll D, B Parrate, et al. Effects of a wheelchair ergometer training programme on spinal cord injured persons. Spinal Cord 2003; 41: 451–456

47. Moro D., Tordi N., Lonsdorfer E., Lonsdorfer J. Ventilation Efficiency and Pulmonary Function After a Wheelchair Interval-Training Program in Subjects With Recent Spinal Cord Injury. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86: 1582-1586.

48. Tordi N, Dugue B, Klupzinski D, Rasseneur L, Rouillon JD, Lonsdorfer J. Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects. Spinal Cord 2001; 39: 532-537

49. Bajpai P, Mandal A, Effects of arm ergometer training on cardiac endurance and functional status in adult traumatic tetraplegics (C6-T1). The Indian Journal of Occupational Therapy 2009; Vol. XLI(1): 3-8

50. Bizzarini E, Saccavini M, Lipanje F, MagrinP, Malisan C, Zampa A. Exercise prescription in subjects with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:1170-52.

51. Cowan RE, Malone LA, Nash MS. Exercise is Medicine: exercise prescription after SCI to manage cardiovascular disease risk factors. Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation 2009;14(3):69–83

52. Ditor DS, Latimer AE, Martin KA, Arbour KP, McCartney N and Hicks AL. Maintenance of exercise participation in individuals with spinal cord injury: effects on quality of life, stress and pain. Spinal Cord 2003; 41: 446–450.

53. Jiménez, B.; Martín, J.; Abadía, O. y Herrero, J.A. (2007) Entrenamiento de fuerza del miembro superior en usuarios de silla de ruedas. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte; 7 (27): 232-240

54. McVeigh S., Hitzig S., Craven C. Influence of Sport Participation on Community Integration and Quality of Life: A Comparison Between Sport Participants and Non-Sport Participants With Spinal Cord Injury. The Journal of Spinal Cord Medicine 2009; 32(2):1115-1124.

55. Ramirez R. Calidad de vida relacionada con la salud como medida en resultados de salud: revisión sistematica de la literatura. Revista Colombiana de Cardiologia 2007;14 (4):207 – 222

56. Dijkers M. Quality of life of individuals with spinal cord injury: A review of conceptualization, measurement, and research findings. Journal of Rehabilitation Research & Development 2005; 42(3): 87-110.

57. Andresen E.M. Fouts B.S. Romeis J.C. Brownson C. A. Performance of health related quality of life instruments in a spinal cord injury population Arch Phys Med Rehabil 1999;80:877-884

58. Leturia Arrazola J.F. Janguas Lezaun J.J. Arriola Manchola E. Uriarte Méndez A. La valoración de las personas mayores: evaluar para conocer, conocer para intervenir. Manual práctico, Caritas Españolas editores; 2001

59. Eng J, Teasell R, Miller W, Wolfe D, Townson A, Hsieh J et al. Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence [Sitio Web]. Canadian research collaboration between scientists. http://www.scireproject.com/outcome-measures/quality-of-life

60. Manns PJ, Chad KE. Determining the relation between quality of life, handicap, fitness, and physical activity for persons with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1999; 80: 1566-1571.

61. Anneken V. Hanssen-Doose A. Hirschfeld S. Scheuer T. Thietje R. Influence of physical exercise on quality of life in individuals with spinal cord injury. Spinal Cord 2010; 48:393–399.

62. Hallin P, Sullivan M and Kreuter M. Spinal cord injury and quality of life measures: a review of instrument psychometric quality. Spinal Cord 2000; 38: 509

63. Haisma J, Post W, Van der Woude L, Stam H, Bergen M, Sluis T, et al. functional independence and health-related functional status following spinal cord injury: a prospective study of the association with physical capacity. J Rehabil Med 2008; 40: 812–818.

64. Skevington S.M. Lotfy M. O'Connell K.A. The world health organization's WHOQOL-BREF quality of life assessment: psicometric properties and results of

the international field trial a report from the WHOQOL group. Quality of life research 2004; 13(2): 299-310.

65. Waren J.E. Kosinski M. Bjorner J.B. Turner-Bowker B.M. Gandek B. Maruish M.E. SF-36v2 Health survey: administration guide for clinical trial investigators. Lincoln, RI (2008): QualityMetric Incorporated

66. Lugo L.H. Garcia H.I. Gomez C. Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. Revista Facultad Nacional de Salud Pública.2006; 24(2)

67. Vigalut G. Ferrer M. Rajmil L. Rebollo P. Permanyer Miralda G. Quintana J.M. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. Gaceta Sanit. 2005;19(2):135-50

68. Lin M.R. Hwang H.F. Chen C.Y. Chiu W.T. Comparisons of the Brief Form of the World Health Organization Quality of Life and Short Form-36 for Persons with Spinal Cord Injuries. Am J Phys Med Rehabil 2007;86:104–113.

69. Forchheimer M. McAweeney M. Tate D.G. Use of the SF-36 among persons with spinal cord injury. Am J Phys Med Rehabil 2004; 83: 390–395

70. Luther S.L. Kromrey J. Powell Cope G. Rosenberg D. Nelson A. Ahmed S. Quigley P. A Pilot Study to Modify the SF-36V Physical Functioning Scale for use with veterans with Spinal Cord Injury. Arch Phys Med Rehabil 2006;87:1059-1066

71. Burkhalter N. Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. Latino-Am. Enfermagem 1996;4 (3): 65-73

ANEXO A

CONSENTIMIENTO INFORMADO

INFORMACIÓN DEL ESTUDIO

Usted ha sido invitado a participar en la investigación: "**Cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular**", el cual será llevado a cabo por: Jessica Andrea Bello Capote identificada con C.C. 1144145590 de Santiago de Cali, David Eliecer López Salamanca identificado con C.C. 1130642789 de Santiago de Cali, Marysol Valencia Buitrago identificada con C.C. 1143842760 de Santiago de Cali, estudiantes de Fisioterapia de la Escuela de Rehabilitación Humana, Facultad de Salud, Universidad del Valle bajo la asesoría de las docentes Gloria Patricia Arango y Nasly Lorena Hernandez, que tiene como objetivo general "Determinar los cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular", el cual será desarrollado con una muestra de 4 personas que asisten continuamente al centro de rehabilitación neurológica TeraVida, los cuales presentan diagnóstico de secuelas trauma raquimedular, con una condición estable de salud, mayores de edad, de cualquier género y grupo étnico.

PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

El desarrollo de la investigación se dará en 16 semanas hábiles y tendrá 7 evaluaciones continuas para tener un claro criterio de cómo se dan los cambios por el entrenamiento. Esas evaluaciones ae realizarán en 2 fases: pre entrenamiento y post entrenamiento.

La evaluación consistirá en determinar la condición general de las personas con lesión medular, la fuerza muscular de los miembros superiores, la capacidad aeróbica a través de test de campo adaptado y la percepción de calidad de vida con la encuesta SF-36 v2.

La intervención tendrá un tiempo de ejecución de 11 semanas, dos de ellas para adaptacion y nueve parta el entrenamiento con ejercicios de resistencia muscular

y capacidad aeróbica basado en los parámetros de intensidad, frecuencia, duración semanal, tiempos de descanso, que se prescribirán de forma individualizadasegún las evaluaciones previas.

RIESGOS

El riesgo de la investigación es mayor que el mínimo, ya que se aplicará un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular lo que implica la demanda del componente de capacidad aeróbica, la cual está disminuida por la lesión medular. Los riesgos a los se someten los participantes son equivalentes a los de población sedentaria que realiza actividad física esporádica, como presencia de mareo, dolores musculares, incremento en la tensión arterial, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria, alteración en la saturación arterial de oxígeno y riesgo de caída.

La intervención se realiza bajo protocolos de evaluación y entrenamiento aprobados, con personal calificado para la ejecución y en respuesta a los riesgos presentados se establecerán las siguientes estrategias para prevenirlos y tratarlos: evaluación previa de los participantes por parte de fisiatría, consultoría constante al participante sobre sus síntomas durante el desarrollo de las actividades, aplicación de acciones preventivas previas a la actividad física como lo es trabajo de calistenia, estiramientos musculares e hidratación, monitoreo constante de signos vitales durante el desarrollo de las actividades, y en la aplicación de la prueba de propulsión de la silla de ruedas durante 12 minutos el evaluador verificará que el terreno en el que se desarrolle sea el adecuado (sin presencia de barreras que impidan el desplazamiento) así como también acompañará a distancia muy cercana del paciente el desarrollo de la misma. Adicionalmente, se le instruirá a la persona sobre cómo disponer el cuerpo ante posibles mecanismos de caída con el fin de evitar lesiones de consideración y siempre se tendrá a disposición un equipo de primeros auxilios.

En caso de un evento adverso que implique una intervención urgente y especializada, se cuenta con la disponibilidad del servicio de ambulancia y con el convenio de la Clínica Coomeva para la atención de una emergencia.

BENEFICIOS

Existen beneficios asociados con la intervenciónlos cuales se han evidenciado en estudios previos como son reducción del dolor, fatiga, debilidad, mejoría en la

función y movilidad articular, en la fuerza y balance muscular y la capacidad de resistencia, por ende prevención de alteraciones músculo-esqueléticas, cardiovascularesy el desarrollo de complicaciones.

Además el entrenamiento de la resistencia muscular y capacidad aeróbica en los miembros superiores, mejora la condición física reflejada en la tolerancia al ejercicio y una mejor ejecución de las tareas motoras en términos de tiempo y calidad del movimiento, lo que facilita el desempeño en las actividades de la vida cotidiana.
Además de los beneficios asociados al ejercicio, los participantes no recibirán remuneración económica por la participación que tengan dentro del tiempo de investigación.

COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La participación en este estudio es absolutamente voluntaria y no incurrirá en ningún gasto adicional. El participante será libre de salirse de la investigación en cualquier momento, previo informe al investigador, sin que esto conlleve a cambios en el proceso de rehabilitación al que asiste actualmente. Toda la información generada por este estudio será únicamente usada por los investigadores con fines académicos.

RESPONSABILIDAD CON EL ESTUDIO

La responsabilidad al ser parte de esta investigación, es dar cumplimiento a las citas programadas de evaluación, seguimiento y tratamiento, así como de poner en práctica las indicaciones en los ejercicios sugeridos por los investigadores.
Es responsabilidad de los investigadores proporcionarle información nueva respecto al estudio si la hubiera y el participante tiene derecho a solicitar información en cualquier momento de la investigación.

CONFIDENCIALIDAD
La información generada por este estudio es estrictamente confidencial, se mantendrá la privacidad del participante y este no será identificado en ninguna publicación. La historia clínica podrá ser revisada con fines de garantizar la veracidad de la información sólo por personal autorizado y únicamente con fines académicos. Si el participante llegase a tener alguna duda podrá contactar a los investigadores y recibirá una copia del presente consentimiento informado.

CIRCUNSTANCIAS BAJO LAS CUALES SE TERMINA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

- Limitaciones en la condición de salud que impidan realizar los ejercicios sugeridos por los investigadores.
- Limitaciones para cumplir con las sesiones programadas de evaluación y/o tratamiento.
- Decisión propia de no continuar en el estudio

DECLARACIÓN DEL PACIENTE

Declaro que soy mayor de edad, me encuentro en pleno uso de mis capacidades mentales y mi participación es voluntaria. Se me ha explicado y he entendido la naturaleza y propósito de la intervención que me realizarán. Así mismo, comprendo los riesgos y complicaciones más importantes del mismo y las medidas que se tomarán para prevenirlos y atenderlos en caso de que ocurran.

Se me ha informado que el procedimiento será realizado por estudiantes de último semestre de Fisioterapia de la Universidad del Valle: Jessica Bello, David López y Marysol Valencia, bajo la asesoría de las Fisioterapeutas Gloria Patricia Arango y Nasly Lorena Hernández. En caso de tener alguna inquietud acerca del estudio o desee información puedo comunicarme con los estudiantes encargados del mismo o con el Comité de Ética de la Universidad del Valle.

Reconozco que participando en el estudio estoy contribuyendo a desarrollar el conocimiento en el campo de la rehabilitación neurológica, puntualmente en la aplicación de programas de entrenamiento en población con trauma raquimedular, motivo por el cual en el momento de aplicación de la prueba me comprometo a ejecutar la metodología propuesta, con base en el trabajo realizado durante la investigación.

He leído este consentimiento y he aclarado las dudas con respecto al estudio, además he recibido una copia del mismo. Firmando consiento que se realice el tratamiento que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Para constancia se firma en _____, a los __ días del mes de _____ de 20___

_____ _____ _____ _____ _____

-Nombre del paciente Documento de identidad Firma del Paciente Fecha Teléfono

_____ _____ _____ _____
-Nombre del testigo 1 Firma del testigo 1 Teléfono Relación con el paciente

_____ _____ _____ _____
-Nombre del testigo 2 Firma del testigo 2 Teléfono Relación con el paciente

Declaro que se me respeten las siguientes condiciones (si no hay, escriba ninguna)

_____
_____
_____
_____

Rechazo la participación en dicho estudio:

_____ _____ _____ _____ _____
-Nombre del paciente Documento de identidad Firma del Paciente Fecha Teléfono

DECLARACIÓN DEL SUPERVISOR Y LOS ESTUDIANTES INVESTIGADORES.

Declaro haber facilitado al participante toda la información necesaria para la realización del protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular, haber confirmado los posibles riesgos y asumo la labor de llevar a cabo todos los procedimientos mencionados aminorando los riesgos.

Nombre de los investigadores Documento de identidad Firma del investigador

Jessica Andrea Bello _____ _____
Teléfono: 3183671012

David Eliecer López _____ _____
Teléfono: 3207546398

Marysol Valencia _____ _____
Teléfono: 3217969547

Gloria Patricia Arango _____ _____
Teléfono: 3176672997

ANEXO B

FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA HISTORIA CLÍNICA

Este formato será aplicado por los investigadores del estudio denominado cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico, con el fin de caracterizar los sujetos de investigación.

Fecha de aplicación de formato (día/mes/año): / /

Numero de historia clínica: _____

Edad: _____ Género: _____

Nivel de lesión medular: _____

Clasificación según ASIA *A*___ *B*___ *C*___ *D*___ *E*___

Fecha de ingreso a institución (día/mes/año): / /

Intervenciones recibidas en institución:

Fisioterapia ____ *Terapia Ocupacional* ____ *Fonoaudiología* ____*Psicología* ____ *Educación física* ____

Antecedentes

Familiares _____
Patológicos _____
Quirúrgicos _____
*Traumáticos*_____
Tóxicos _____
Alérgicos _____

Resultados De Exámenes Diagnósticos

_____
_____

_____
_____

Complicaciones presentadas

_____
_____
_____
_____

Ultimo examen fisioterapéutico realizado

Fecha (día/mes/año): / /

Terapeuta responsable: _____

TEST	RESULTADOS
AMA	
Examen muscular	
Sensibilidad	
Tono muscular	
Reflejos	

ANEXO C

Su Salud y Bienestar[1]

Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales. ***¡Gracias por completar estas preguntas!***

En cada pregunta, por favor marque con una ☒ la casilla que mejor describa su respuesta.

1. En general, ¿diría usted que su salud es:

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

2. ¿Cómo calificaría usted su estado general de salud <u>actual</u>, <u>comparado con el de hace un año</u>?

Mucho mejor ahora que hace un año	Algo mejor ahora que hace un año	Más o menos igual ahora que hace un año	Algo peor ahora que hace un año	Mucho peor ahora que hace un año
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

[1] SF-36v2™ Health Survey © 1993, 2004 Health Assessment Lab, Medical Outcomes Trust and QualityMetric Incorporated. All rights reserved.
SF-36® is a registered trademark of Medical Outcomes Trust.
(IQOLA SF-36v2 Standard, Columbia (Spanish))

3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades que usted podría hacer durante un día normal. ¿Su estado de salud actual lo limita en estas actividades? Si es así, ¿cuánto?

		Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita para nada
a	Actividades intensas, tales como correr, levantar objetos pesados, participar en deportes agotadores	☐ 1	☐ 2	☐ 3
b	Actividades moderadas, tales como mover una mesa, empujar una aspiradora, barrer, bailar o andar en bicicleta	☐ 1	☐ 2	☐ 3
c	Levantar o llevar las bolsas de las compras	☐ 1	☐ 2	☐ 3
d	Subir varios pisos por la escalera	☐ 1	☐ 2	☐ 3
e	Subir un piso por la escalera	☐ 1	☐ 2	☐ 3
f	Agacharse, arrodillarse o ponerse en cuclillas	☐ 1	☐ 2	☐ 3
g	Caminar más de un kilómetro	☐ 1	☐ 2	☐ 3
h	Caminar varios cientos de metros	☐ 1	☐ 2	☐ 3
i	Caminar cien metros	☐ 1	☐ 2	☐ 3
j	Bañarse o vestirse	☐ 1	☐ 2	☐ 3

4. Durante las <u>últimas 4 semanas</u>, ¿cuánto tiempo ha tenido usted alguno de los siguientes problemas con su trabajo u otras actividades diarias normales <u>a causa de su salud física</u>?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a ¿Ha disminuido usted <u>el tiempo</u> que dedicaba al trabajo u otras actividades?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b ¿<u>Ha logrado hacer menos</u> de lo que usted hubiera querido hacer?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c ¿Se ha visto limitado en el <u>tipo</u> de trabajo u otras actividades?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
d ¿Ha tenido <u>dificultades</u> en realizar su trabajo u otras actividades (por ejemplo, le ha costado más esfuerzo)?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

5. Durante las <u>últimas 4 semanas</u>, ¿cuánto tiempo ha tenido usted alguno de los siguientes problemas con su trabajo u otras actividades diarias normales <u>a causa de algún problema emocional</u> (como sentirse deprimido o ansioso)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a ¿Ha disminuido usted <u>el tiempo</u> que dedicaba al trabajo u otras actividades?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b ¿<u>Ha logrado hacer menos</u> de lo que usted hubiera querido hacer?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c ¿Ha hecho el trabajo u otras actividades <u>con menos cuidado de lo usual</u>?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

6. Durante las <u>últimas 4 semanas</u>, ¿en qué medida su salud física o sus problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales normales con su familia, amigos, vecinos u otras personas?

Nada en absoluto	Ligeramente	Moderada-mente	Bastante	Extremada-mente
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

7. ¿Cuánto dolor <u>físico</u> ha tenido usted durante las <u>últimas 4 semanas</u>?

Ninguno	Muy poco	Poco	Moderado	Mucho	Muchísimo
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6

8. Durante las <u>últimas 4 semanas</u>, ¿cuánto ha dificultado el <u>dolor</u> su trabajo normal (incluyendo tanto el trabajo fuera del hogar como las tareas domésticas)?

Nada en absoluto	Un poco	Moderada-mente	Bastante	Extremada-mente
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

9. Las siguientes preguntas se refieren a cómo se siente usted y a cómo le han ido sus cosas <u>durante las últimas 4 semanas</u>. En cada pregunta, por favor elija la respuesta que más se aproxime a la manera como se ha sentido usted. ¿Cuánto tiempo <u>durante las últimas 4 semanas</u>…

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a	se ha sentido lleno de vitalidad?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b	ha estado muy nervioso?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c	se ha sentido con ánimo tan decaído que nada podía animarlo?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
d	se ha sentido tranquilo y sereno?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
e	ha tenido mucha energía?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
f	se ha sentido desanimado y deprimido?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
g	se ha sentido agotado?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
h	se ha sentido feliz?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
i	se ha sentido cansado?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

10. Durante las <u>últimas 4 semanas</u>, ¿cuánto tiempo <u>su salud física o sus problemas emocionales</u> han dificultado sus actividades sociales (como visitar amigos, parientes, etc.)?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

11. ¿Cuán CIERTA o FALSA es <u>cada una</u> de las siguientes frases para usted?

	Totalmente cierta	Bastante cierta	No sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a Me parece que me enfermo más fácilmente que otras personas	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b Estoy tan sano como cualquiera	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c Creo que mi salud va a empeorar	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
d Mi salud es excelente	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

¡Gracias por completar estas preguntas!

ANEXO D

ESCALA DE BORG

Escala de 15 grados	
Valor	**Apreciación**
6	
7	Muy muy leve
8	
9	Muy leve
10	
11	Considerablemente leve
12	
13	Medianamente dura
14	
15	Dura
16	
17	Muy dura
18	
19	Muy muy dura
20	

ANEXO E

ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA PARA LOS PACIENTES CON TRM QUE ASISTEN A TERAVIDA

La siguiente encuesta hace parte del proyecto de investigación al que usted ha aceptado ser partícipe, denominado cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico. La información que se solicita es para uso estricto durante la investigación

FECHA (Día/mes/año)_____

EDAD: _____

GÉNERO: _____

ORIGEN (Donde nació): _____
PROCEDENCIA (actual residencia): _____

DIRECCIÓN DE RESIDENCIA: _____
TELÉFONO: _____
BARRIO_____
ESTRATO SOCIOECONÓMICO: _____

EPS A LA QUE SE ENCUENTRA AFILIADO:_____

- ***Acerca de su lesión marque con una X la respuesta indicada:***

TIEMPO DE LESIÓN:
De 1 a 6 meses____
De 7 a 12 meses____
De 13 a 24 meses____
Más de 24 meses____

MOTIVO DE LESIÓN:
Accidente de tránsito____
Lesión por agresión____
Enfermedad general____
Otro tipo de accidente____

NIVEL DE LESIÓN:
Cervical C4___ C5___ C6___ C7___ C8
Torácico T1___ T2___ T3___ T4___ T5___
T6____ T7___ T8___ T9___ T10___
T11___ T12___
Lumbar L1___ L2___ L3____ L4___ L5___

TIPO DE LESIÓN
Competa____ Incompleta____

- ***Acerca de su situación familiar marque con una X la respuesta indicada:***

ESTADO CIVIL:
Soltero____
Casado____
Unión libre____

NÚMERO DE HIJOS:
Ninguno____
1____
2____
3____
Más de 3____

PERSONAS QUE VIVEN EN SU CASA:
De 1 a 3____
De 4 a 6____
De 7 a 9____
10 o más___

- ***Acerca de su nivel educativo marque con una X la respuesta indicada:***

¿Qué estudios de EDUCACIÓN FORMAL ha realizado?

Ninguno____
Primaria____
Bachillerato____
Educación superior_____

¿Ha realizado estudios de educación no formal?

"Educación no formal se define como toda actividad organizada y duradera que no se sitúa exactamente en el marco de los sistemas educativos formales integrados por las escuelas primarias, los centros de enseñanza secundaria, las universidades y otras instituciones educativas formalmente establecidas. Citado en documento preparado para la 55ª semana (25/09-01/10/2006) del 60º aniversario de la UNESCO"

Si___
No___
¿Cuáles?_____

- ***Acerca de su participación en actividades laborales marque con una X la respuesta indicada:***

¿Trabajaba antes de sufrir la lesión?
Si___ No___
En qué _____
Tiempo libre y ocio: Antes___ Ahora___
Otra: Antes___ Ahora___ ¿Cual?_____

¿Trabaja actualmente?
Si___ No___
En qué ____

- ***Acerca de las características de su vivienda:***

¿Su vivienda queda ubicada en?
Zona Rural___
Zona Urbana____

¿Cómo considera el acceso a su vivienda?
Fácil acceso___
Difícil acceso___

¿Vive usted en?
Casa___
Apartamento___

¿Su casa o apartamento tiene?
Una planta___
Más de una planta___ Ascensor Si___ No___

- ***Acerca de su participación en actividades comunitarias marque con una X si participa o participaba en alguna de las siguientes:***

Religión: Antes___ Ahora___
Deporte: Antes___ Ahora___
Cultura: Antes___ Ahora___

AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN CON ESTA ENCUESTA

ANEXO F

FORMATO DE EVALUACION DE CAPACIDAD AERÓBICA

NOMBRE
GENERO
EDAD

EVALUACION No.
FECHA: HORA:

Prueba de Cooper de 12 minutos modificada:

ESCALA DE BORG	Inicial:		Final:	
TENSION ARTERIAL	Inicial:		Final:	
FRECUENCIA CARDIACA	Inicial:		Final:	

Después de la prueba: 1 minuto / 3 minutos / 5 minutos

SATURACIÓN DE OXIGENO Inicial: Final:

LONGITUD DEL CIRCUITO

NUMERO DE VUELTAS ✚ Metros

DISTANCIA RECORRIDA Metros Millas

Conversion: Distancia en metros x 0,06214/100

RETIRO SI NO CAUSA

Levels of aerobic fitness based on 12-minute wheelchair performance test and VO_2 max			
Distance (miles)	**VO2 max (ml.kg.min)**	**Fitness level**	**Usuario**
< 0.63	< 7.7	Poor	
0.6 - 0.86	7.7 - 14.5	Below average	
0.87 - 1.35	14.6 - 29.1	Fair	
1.36 - 1.59	29.2 - 36.2	Good	
> ó = 1.60	> ó = 36.3	Excellent	
Franklin B, Swantek K, Grais S, Johnstone K, Gordon S, Timmis G. Field test estimation of maximal oxygen comsumption in wheelchair users. Arch Phys Med Rehabili 1990; 71 (8):574-578			

EVALUADOR

Elaborado por: Jessica Andrea Bello Capote, Marysol Valencia Buitrago y David Eliecer Lopez Salamanca,
Estudiantes de Fisioterapia de la Universidad del Valle
Asesorado por: Gloria Arango y Nasly Hernadez, Fisioterapeutas, docentes de la Universidad del Valle.

ANEXO G

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA RM[2]

NOMBRE Y APELLIDOS:		EDAD:	
NIVEL DE LESIÒN		FRANQUEL:	
TEIMPO DE LESIÒN		MASC:	FEM
FECHA DE EVALUACIÒN			
EVALUACIÒN No:		EVALUADOR:	

FC SO2:

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
DELTOIDES ANTERIOR	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
DELTOIDES MEDIO	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBESRVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
DELTOIDES POSTERIOR	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
BÍCEPS	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

SEDENTE

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
BRAQUIORADIAL	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
ROTADORES EXTERNOS	DERECHO		
(INFRAESPINOSO-TERETE MENOR)	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
TRÌCEPS	DERECHO		
	IZQUIERDO		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
TRAPECIO SUPERIOR	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			

[2] *Elaborado Por Estudiantes De Fisioterapia: Giovanna Cervera, Milena Marín, Oscar Marín Y los Asesores Fisioterapeutas Fayber Lasprilla - Gloria Patricia Arango*



FC
SO2:

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
ROTADORES INTERNOS	DERECHO		
(SUBESCAPULAR-TERETE MAYOR)	IZQUIERDO		
OBSERVACION:			



FC
SO2:

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
TRAPECIO MEDIO	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			



FC
SO2:

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
SERRATO ANTERIOR	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
TRAPECIO INFERIOR	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
PECTORALES	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	REPET.	CARGA
ROMBOIDEOS	BILATERAL		
OBSERVACIÒN:			

GRUPO MUSCULAR	FORMA	CALIFICACIÒN DANIELS
ABDOMINALES	BILATERAL	
OBSERVACIÒN:		

GRUPO MUSCULAR	FORMA	CALIFICACIÒN DANIELS
DORSALES	BILATERAL	
OBSERVACIÒN:		

ANEXO H

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR USUARIAS DE SILLA DE RUEDAS[3]

MARCO CONCEPTUAL

Capacidad Aeróbica:

Existen diversas definiciones de capacidad aeróbica; por ejemplo López y Fernández la definen como la capacidad del organismo para mantener una determinada intensidad de ejercicio durante un tiempo determinado[1]; por su parte Vargas dice que la capacidad aeróbica es la magnitud del volumen de trabajo que se puede realizar por la vía metabólica aeróbica y depende de la cantidad de reservas energéticas celulares[2]. George y cols también aportan una definición según la cual la capacidad aeróbica es la capacidad del cuerpo para mantener un ejercicio submáximo durante períodos prolongados de tiempo, o la capacidad del corazón y del sistema vascular para transportar cantidades adecuadas de oxígeno a los músculos que trabajan, permitiendo la realización de actividades que implican a grandes masas musculares[3].

La capacidad aeróbica se cuantifica en términos de consumo máximo de oxigeno (VO2max), y se refleja indirectamente en las facultades de una persona para realizar actividades y ejercicios aeróbicos[3]. El consumo máximo de oxigeno es la cantidad máxima de oxigeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo; existen varios factores determinantes del mismo los cuales son las características tisulares locales o la capacidad del músculo esquelético activo para extraer el oxigeno que llega a través de la sangre arterial, la capilarización, el predominio de fibras tipo I o tipo II, la masa mitocondrial, la actividad enzimática oxidativa y los mecanismos de ventilación y difusión de los gases respiratorios a nivel pulmonar[1].

[3] **Elaborado por:** Jessica Andrea Bello Capote, David Eliecer López Salamanca, Marysol Valencia Buitrago - **Trabajo de Grado:** Cambios en la calidad de vida que se presentan en los pacientes con trauma raquimedular que asisten a un centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular

Valoración de la capacidad aeróbica: medición de consumo de oxigeno máximo

El consumo de oxigeno máximo como parámetro indicador de la potencia aeróbica, permite valorar el estado o rendimiento cardiovascular del individuo, con el cual es posible iniciar una adecuada prescripción del ejercicio y evaluar objetivamente los resultados del mismo.

Esta valoración debe hacerse en condiciones reproducibles, en el caso de las personas con trauma raquimedular, se estandarizan factores como la silla de ruedas, acolchamiento, sujeción del tronco y posición del paciente. Existen tres formas principales de medir el consumo de oxigeno máximo[4]:

- Pruebas de consumo máximo de oxigeno
- Pruebas de ejercicio submáximo
- Pruebas de ejercicio de campo

El estándar para medir consumo de oxigeno máximo son las pruebas máximas incrementales que se realizan en laboratorio, sin embargo son más costosas, se requieren equipos y profesionales especializados lo cual dificulta la reevaluación regular de los sujetos para un programa de rehabilitación; mientras que las pruebas de campo por su sencillez y bajo costo son fácilmente reproducibles en este medio. Por esta razón para el protocolo de acondicionamiento físico se tendrá en cuenta la prueba de campo.

Franklin y cols. Desarrollaron una prueba de Cooper de 12 minutos modificada para estimar el consumo de oxigeno de usuarios de silla de ruedas, la cual fue contrastada con una prueba de laboratorio. La correlación del test de campo con el VO2 máximo determinado en laboratorio fue altamente significativa (r: 0.84; $p < .001$) lo que sugiere que puede dar una buena estimación del consumo de oxigeno máximo en usuarios de silla de ruedas. Además este estudio estableció los niveles de estado cardiovascular basados en la prueba de 12 minutos de pobre a excelente. Las ventajas de la prueba son que usa un gesto habitual para los usuarios de silla de ruedas, no tiene ningún costo, pueden realizarlo varias personas a la vez y no requiere personal ni equipos especializados[5].

Prueba de Cooper de 12 minutos Modificada

La prueba consiste en que las personas usuarias de sillas de ruedas recorran la mayor distancia posible en 12 minutos sobre una pista plana[5].

Para estimar el estado físico a partir de la distancia recorrida propulsando la silla de ruedas durante 12 minutos se utilizan las siguientes directrices:

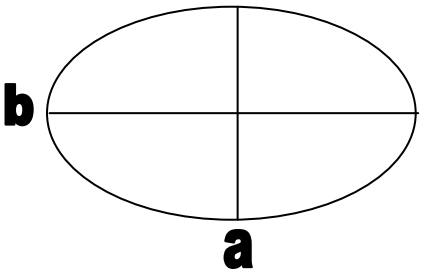
Levels of aerobic fitness based on 12-minute wheelchair performance test and VO2 max		
Distance (miles)	**VO2 max (ml.kg.min)**	**Fitness level**
< 0.63	< 7.7	Poor
0.6 - 0.86	7.7 - 14.5	Below average
0.87 - 1.35	14.6 - 29.1	Fair
1.36 - 1.59	29.2 - 36.2	Good
> ó = 1.60	> ó = 36.3	Excellent
Franklin B, Swantek K, Grais S, Johnstone K, Gordon S, Timmis G. Field test estimation of maximal oxygen comsumption in wheelchair users. Arch Phys Med Rehabili 1990; 71 (8):574-578		

PROTOCOLO PARA APLICACIÓN DE LA PRUEBA

Medida de la Pista:

Para este estudio se utilizó una pista con forma de elipse, plana y cubierta, la medida estimada del perímetro es de 171,053 metros, la cual se halló con la siguiente formula:

Perímetro= $2\pi \sqrt{(a^2 + b^2)/2}$



Para facilitar la medición de la distancia recorrida por cada sujeto al finalizar la prueba se extendió sobre la pista una cuerda marcada cada 10 metros, se solicitó a los sujetos propulsar la silla procurando mantenerse sobre el recorrido marcado por dicha cuerda en el suelo.

Ejecución de la Prueba de Propulsión de Silla de Ruedas Durante 12 Minutos

Instrucciones iniciales:

Se explica la metodología de la prueba a la persona de la siguiente manera:

Antes de iniciar la prueba se tomará la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxigeno y nivel de esfuerzo percibido. Luego realizará el calentamiento siguiendo las instrucciones de los coordinadores de la prueba.

Deberá recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos sobre la pista marcada con la cuerda. Debe dar a los coordinadores de la prueba, que estarán distribuidos en la pista, el valor de la frecuencia cardiaca registrada en el Monitor Polar FT7 y una calificación del nivel de esfuerzo que percibe según la escala de Borg de 20 puntos (la escala será mostrada a la persona explicando el significado de cada valor).

Se le dirá el tiempo que ha realizado cada vez que complete una vuelta y faltando 10 segundos para finalizar. En el momento en que se de la orden “deténgase” debe hacerlo para tomar los mismos datos medidos antes de la prueba.

Para realizar una técnica de propulsión optima de la silla de ruedas debe iniciar el recorrido de los brazos por detrás del tronco hasta terminar a la altura de los muslos, debe estar correctamente sentado (erguido) en una posición simétrica, para llegar adecuadamente a los aros de empuje y realizar el movimiento completo del brazo.

Mediciones antes de la prueba

Antes de iniciar la prueba se toma la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxigeno y nivel de esfuerzo percibido según la escala de Borg.

Calentamiento

La persona debe propulsar la silla de ruedas a ritmo suave con el fin de preparar fisiológica y biomecanicamente el cuerpo para el esfuerzo que requiere la prueba de campo. Posteriormente debe estirar los músculos en el siguiente orden: Trapecio superior, interescapulares y deltoides (un solo ejercicio), pectorales, latísimo del dorso y tríceps braquial (un solo ejercicio), bíceps braquial, flexores y extensores del carpo; cada estiramiento debe sostenerse 10 segundos.

Durante la prueba

Los coordinadores se distribuyen en la pista para registrar la frecuencia cardiaca y el nivel de esfuerzo percibido según la escala de Borg, además observar y preguntar por posibles síntomas que obliguen a finalizar la prueba. El coordinador que se encuentra en el punto de inicio se encarga también de registrar cada vuelta y de indicar a la persona que realiza la prueba el tiempo recorrido y 10 segundos antes de finalizar.

Mediciones posteriores a la prueba

Al terminar se toman los mismos datos previos a la prueba, la frecuencia cardiaca debe tomarse también 1, 3 y 5 minutos después para hallar el índice de recuperación cardiaca.

El coordinador ubicado en el punto de inicio debe alcanzar a la persona que realiza la prueba para marcar el sitio de llegada al final de los 12 minutos y continuar con el conteo del tiempo para las mediciones de frecuencia cardiaca. Otro coordinador deberá desplazarse al mismo tiempo para encargarse de las mediciones de signos vitales correspondientes.

Enfriamiento

El periodo de enfriamiento tiene una duración de 5 minutos: después de tomar los datos finales se le indica a la persona que continúe recorriendo la pista a un ritmo suave para permitir la regulación gradual de la frecuencia cardiaca y la presión arterial y remover los productos finales metabólicos de los músculos usados en la

prueba. Luego debe realizar los mismos estiramientos descritos en la fase de calentamiento sostenidos por 30 segundos.

Todos los datos se deben registrar en el formato de evaluación de capacidad aeróbica (Ver Anexo F)

REFERENCIAS

1. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006

2. Vargas R. Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo. México: Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

3. George J, Garth A, Vehrs P. Test y pruebas físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2005

4. Harvey L. Tratamiento de la lesión medular. España: Editorial Elsevier, 2010

5. Franklin BA, Swantek KI, Grais SL, Johnstone KS, Gordon S, Timmis GC. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. Arch Phys Med Rehabil 1990; 71(8): 574-8.

ANEXO I

PROTOCOLO DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA MÁXIMA (RM) EN LESIÓN MEDULAR (PARAPLEJIA) PROTOCOLO DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA MÁXIMA (RM) EN LESIÓN MEDULAR (PARAPLEJIA)[4]

Introducción.

La paraplejia es una consecuencia de la lesión en la medula espinal que puede verse afectada, de forma variable y que no solo se caracteriza por un déficit sensitivo motor, sino también afecta a otros sistemas que conforma la integridad física del ser humano. Entendiéndose como cualquier deterioro, parcial o total, de la motricidad de los miembros inferiores relacionado con la lesión.[1]

La fisioterapia se ha establecido como uno de sus objetivos fundamentales en el proceso de rehabilitación del lesionado medular (parapléjico) desarrollar las cualidades fiscas tales como: fuerza, flexibilidad, agilidad, coordinación; con el fin de acondicionar y obtener la funcionalidad requerida que se extrapola en independencia funcional.

Para ello es necesario que la determinación de evaluar y entrenar dichas cualidades físicas se realicen de forma personalizada, es decir, basada en el conocimiento profundo del individuo.

Este protocolo se dirige, principalmente, a la determinación de la fuerza muscular y su entrenamiento, prescripto de manera adecuada, con un orden lógico, de acuerdo a la fisiología corporal y con la progresión adecuada para obtener resultados en la mejora de la condición física.

Es por ello que es conveniente dotar a los dos miembros superiores de una fuerza igual, puesto que van a constituir la base de los traslados y de la propulsión de la silla, y también mejorar su resistencia en las actividades de la vida cotidiana.

Cuando se habla de fortalecimiento neuromuscular, es importante considerar: tipo de lesión, los objetivos buscados y las características propias del paciente y su entorno. Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo es devolver y/o aumentar la fuerza muscular, asegurando así la movilidad y la estabilidad dinámica de la articulación, que en ultimas permita reincorporar al individuo a las actividades de la vida diaria de ocio o laborales, en las mejores condiciones posible. En la persona parapléjica se trata de compensar la perdida de ciertos músculos con el refuerzo en balance de otros grupos musculares totalmente inervados.

En el estudio de Sáenz y cols (2003). Muestra que existe la imperiosa necesidad que el colectivo de lesionados medulares aprenda a potenciar al máximo aquellas partes de su cuerpo que no han sufrido alteración alguna, así como aquellas otras que pueden ser rehabilitadas en mayor o menor grado, determinando la influencia que el ejercicio físico aeróbico tiene sobre la condición física de las personas afectadas por una lesión medular. Y como el entrenamiento físico logró mejoras significativas tanto en los factores vinculados con la resistencia –frecuencia cardiaca submáxima (fcsub), velocidad incremental máxima (vimax)) como con la fuerza explosiva (dimax).[2]

[4] Elaborado Por Estudiantes De Fisioterapia: Giovanna Cervera, Milena Marín, Oscar Marín Y El Asesor Fisioterapeuta Fayber Lasprilla.

"Las mejoras tras un período de entrenamiento fundamentalmente de resistencia en personas con un nivel de condición física inicial bajo han sido descritas por diferentes autores por lo que coherentemente las personas de más bajo nivel de condición física obtienen mayores resultados"[3]

En principio, los músculos renuevan su energía recurriendo a tres tipos de procesos: aerobios, anaerobios lactacidos y anaerobio alactacidos. Al aumentar la distancia, disminuye el papel de las fuentes anaerobias y aumentan las aerobias y ello se refleja en el brusco descenso en la sangre arterial de la cantidad de lactato y en el aumento de la glucosa". [4]

Cuando entrenamos a la fuerza muscular mejoramos sus índices debido a:

- El reclutamiento de mayor cantidad de fibras musculares al trabajo.
- La mejor coordinación intra e inter muscular.
- El aumento de la sección transversal del músculo.

Los aumentos iniciales de la fuerza se deben, al comienzo, al mejoramiento de los dos primeros factores. Los cambios plásticos que se producen en el interior de las miofibrillas ocurren más tarde.

También debemos observar que existen tres tipos de fibras musculares, y que entrenaremos a una u otra en función de la ***duración*** e ***intensidad*** de la carga de trabajo.

Tipo de fibra.	***Blanca (tipo 1).***	***Blanca (tipo 2).***	***Roja.***
Características.	Explosivas.	Rápidas.	Lenta.
Tipo de esfuerzo.	Fuerza explosiva.	Resistencia de fuerza.	Resistencia.
Duración.	Menos de 10".	Entre 15" y 2'.	Más de 5'.
Sistema energético predominante	Anaeróbico aláctico.	Anaeróbico láctico.	Aeróbico.
Intensidad de entrenamiento	90-110% y 25-30%.	50 - 85%.	0 - 45 %.
Volumen del entr.	Mínimo.	Intermedio.	Grande.
Efecto del entrenamiento	Fuerza explosiva sin hipertrofia.	Fuerza con hipertrofia.	Resistencia sin hipertrofia.
Gasto energético.	Muy pequeño.	Intermedio.	Grande.

Cuadro nro. 1: Características de los diferentes tipos

Descripción del Test de 1 Repetición Máxima (1 RM)

El objetivo de rendimiento en dicho test es el de movilizar el mayor peso posible en una única repetición máxima, en la que no se contempla ni la velocidad ni la potencia desarrollada durante dicha manifestación. De esta manera estamos estimando el valor de fuerza máxima dinámica en un régimen de acción concéntrica voluntaria., determinando el peso máximo posible de movilizar al ejecutar una repetición y no poder continuar con la siguiente, al realizar un ejercicio específico .[10] Es por que este test indirecto debe ajustarse a unas especificaciones para que tenga validez y fiabilidad.

En un trabajo realizado por Morales y Sobonya (1995)[11] determinaron en base a sus resultados, que el factor que mas influye en el número máximo de repeticiones es el núcleo articular y la cantidad de masas musculares implicadas en el movimiento.*además considera que la estimacion del test de Rm se considera valido siempre que se apliquen con una metodología correcta y se contemplen las siguientes recomendaciones:

Muchos investigadores han desarrollado evaluaciones sobre test de 3 RM, 5 RM, 6 RM, y 10 RM, e incluso con series hasta el agotamiento muscular momentáneo, estimando el valor de la 1 MR por medio de ecuaciones de predicción.[12]En este protocolo se pretende realizar en 5RM series que las denominaremos momentos con el fin de no agotar el metabolismo muscular.

Según Mayhew y col (1992) y Wathen (1994)[13,] mostraron menor margen de error en la predicción del peso máximo, especialmente cuando los pesos utilizados permitian ejecutar entre 3 y 10 repeticiones máximas. Dentro de este rango, la relación entre las repeticiones y la magnitud del peso movilizado se hace prácticamente lineal, mientras que con pesos muy altos, que permitan solo 2 repeticiones. O pesos muy ligeros que permitan más de 10 repeticiones, la relación se hace exponencial.[14]Por lo que en este protocolo se establecerá la margen de repeticiones entre 2 a 10 repeticiones a la hora de precisar el RM estimado que de facilidad de estimar lo resultados mediante valores lineales incrementales.

Además, a pesar de los numerosos planteamientos encontrados en la literatura sobre la aplicabilidad del test de la 1RM, especialmente relacionado con los riesgos de lesión, no han sido encontrado estudios concluyentes que vinculen directamente la aplicación de este test con la incidencia de lesiones ;lo que hace que su aplicación se realice o ejecute en condiciones seguras.

Luego, con relación al entrenamiento, el valor de la 1 RM constituye un parámetro practico, a partir del cual se determinan los porcentajes de peso a utilizar en los entrenamiento de fuerza y así escoger específicamente las diferentes manifestaciones de fuerza: fuerza máxima, fuerza velocidad, fuerza resistencia, etc.

Con estos referentes se ha construido el protocolo que se describe a continuación:

Metodología para Realizar el Test de 1 MR

Es importante considerar que el protocolo se ha elaborado, teniendo como referente un esquema representativo del test de 1 MR adaptada de Sale (1991)[15] y la experiencia de las evaluaciones clínicas de nuestro medio en Fisioterapia.

La evaluación para determinar la resistencia muscular en un individuo es completamente particular y requiere de un grado de personalización, ya que cada individuo así parezcan similares posee condiciones intrínsecas únicas. En este sentido es interesante destacar que tanto la experiencia del evaluador (cantidad de test realizados) como el conocimiento de la evaluación determinan que condiciones más que importantes impactan sobre la fiabilidad del test de valoración de la resistencia muscular máxima (RM).

Es por eso, que se debe identificar de qué manera la carga externa (peso levantado) impacta internamente (fuerza aplicada) y así ir ajustando el test, tanto los incrementos de peso a levantar como los tiempos necesarios de recuperación entre intentos. Son indispensables para dar fiabilidad a la prueba, no generar fatiga, ni lesiones osteotendinosas.

A continuación se establecerá la secuencia para la determinación de la resistencia máxima (RM) en los músculos seleccionados durante la evaluación de la resistencia muscular con sus diferentes procesos fisiológicos:

Paso 1: Acondicionamiento Previo general

Ejercicios calisténico, de movilidad articular y estiramientos de tipo activos. Esta fase puede representar entre 5 y 10 minutos.

Tiempo de de descaso: Pausa 1 a 2 minutos.

Paso 2: estimación de la resistencia máxima (RM)

A partir de este momento, este protocolo establece 5 momentos para la búsqueda de la resistencia máxima (RM) muscular, además durante cada tiempo de descanso la persona evaluada debe estar realizando estiramientos enfocados en la región o grupo muscular evaluado.

Momento 1: Acondicionamiento Previo específico

Como primer intento se realiza con una carga conocida y se realizan de 10 repeticiones. y es una forma de preparar al grupo muscular seleccionado para un esfuerzo incremental en carga.

Tiempo de de descaso: Pausa 1 minuto.

Momento 2: Activación Neuromuscular

Se incrementa la carga y se realizan de 3 a 5 repeticiones, es importante que la velocidad con que se realiza se constante y moderada.

Tiempo de de descaso: Pausa 1 minuto.

Momento 3: Coordinación Intramuscular

Se realiza un incremento gradual mayor que el anterior y se realizan de 3 a 5 repeticiones, es importante ir observando como cambia la ejecución del movimiento y el esfuerzo durante los cambios de la carga para así ir estimando la carga adecuada para determinar la resistencia máxima muscular del musculo evaluado.

Tiempo de de descaso: Pausa 1 minuto.

Momento 4: Aproximación a un 1MR

Se realiza un incremento gradual mayor que el anterior y se realizan de 3 a 5 repeticiones, en este momento estimo el 95% de la resistencia máxima.

Tiempo de de descaso: Pausa 1 a 2 minutos.

Momento 5: Búsqueda del Peso Máximo o 1MR

Durante este último intento se desea que levante la mayor carga posible y que realice de 2 a 10 repeticiones. Si en un solo intento no lo puede levantar, es mucha la carga y no es el RM esperado y si realiza más de 10 repeticiones, también, no es el 1RM esperado.

Tiempo de de descaso: Pausa de 2 minutos. (Para seguir con otro grupo muscular)

Paso 3: Determinación de la resistencia máxima (RM) para la prescripción del ejercicio.

A partir del dato que arrojan los test de máximas repeticiones con pesos submáximos se debe calcular el valor de la 1MR, aplicando alguna de las ecuaciones validadas científicamente, cuya fiabilidad ha sido comprobada en ciertas poblaciones y en determinados ejercicios.[16]
Este protocolo aplicara la ecuación de Brzycki, el cual se ajusta al protocolo de evaluación para determinar la resistencia muscular en parapléjicos

Autor	Fórmula	Correlación	Rango de Rep.
Brzycki	% 1MR = 102,78-2,78 Rep 1MR = kg x100/ (102,78-2,78*Rep)	Alta tren superior Moderada tren inferior	< 10

DETERMINACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA MÁXIMA (RM) EN MIEMBROS SUPERIORES EN LESIÓN MEDULAR

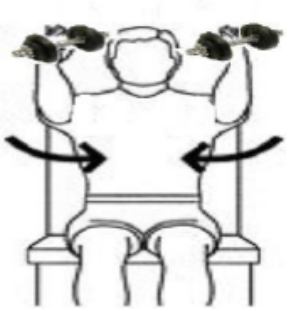
MUSCULO	ACCION MUSCULAR E INERVACIÒN	POSICION DE EVALUACIÒN
DELTOIDES ANTERIOR	Flexor de hombro INERVACIÓN: C5-C6 N .Circunflejo	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo en posición neutra, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide flexión del hombro de 90º. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: lleve su brazo hacia adelante y arriba hasta 90º. 
DELTOIDES MEDIO	Abductor de hombro INERVACIÓN: C5-C6 N. Circunflejo	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo en posición neutra, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide abducción del hombro de 90º. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: lleve su brazo hacia el lado y arriba hasta 90º.

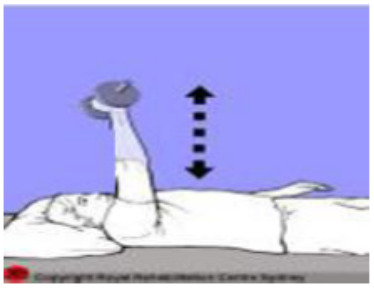
		
DELTOIDES POSTERIOR	Extensor de hombro INERVACIÓN: C5-C6 N. Circunflejo	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo en posición neutra, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide extensión del hombro. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: lleve su brazo hacia atrás y arriba. 

BICEPS	Flexor de codo INERVACIÓN: C5-C7 N. Musculocutáneo	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo, antebrazo en posición supina, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide flexión de codo. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: doble su codo 
BRAQUIRADIAL	Flexor de codo INERVACIÓN: N. radial. Raíces C5, C6	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo, antebrazo en posición prona, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide flexión de codo. La evaluación se realiza unilateralmente. 

BRAQUIAL	Flexor de codo INERVACIÓN: N. Musculo cutáneo. Raíces C5, C6, C7	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, brazos a los lados del cuerpo en posición neutra, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide flexión de codo. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: doble su codo 
TRICEPS	Extensor de codo INERVACIÓN: C7-C8 N. Radial	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, un brazo al lado del cuerpo, el brazo a evaluar se ubica detrás de la cabeza con el codo flexionado, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que desde la posición q esta extienda el codo. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: extienda el codo, llevándolo hacia arriba 
ROTADORES INTERNOS DE HOMBRO (subescapular, terete mayor,)	Rotadores internos de hombro INERVACIÓN: C5-C6-C7 N. subescapular superior e inferior	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, un brazo al lado del cuerpo, el brazo a evaluar se ubica sobre una mesa con el hombro a 90º, codo flexionado a 90º y antebrazo en posición prona, se realiza agarre manual

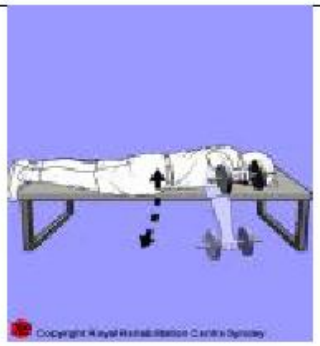
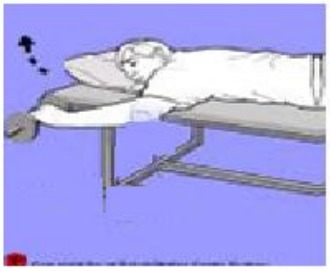
		completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que realice rotación interna de hombro. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: lleve su brazo hacia abajo. 
ROTADORES EXTERNOS DE HOMBRO (Infra espinoso y terete menor)	Rotación externo de hombro INERVACIÓN: C5-C6 N. Supra escapular C5- N. Circunflejo o axilar	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, un brazo al lado del cuerpo, el brazo a evaluar se ubica sobre una mesa con el hombro a 90º, codo flexionado a 90º apoyado sobre la mesa y antebrazo en posición prona, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que realice rotación externa de hombro. La evaluación se realiza unilateralmente. Comando verbal: lleve su brazo hacia arriba. 

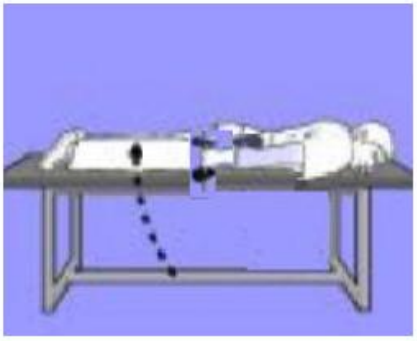
TRAPECIO SUPERIOR	Elevador de la cintura escapular INERVACIÓN: División primaria anterior C2-C3 N. accesorio	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, los brazos al lado del cuerpo en posición neutra, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que realice elevación de hombro. La evaluación se realiza unilateralmente y bilateralmente. Comando verbal: eleve su hombro como si fuera a tocar su oreja 
PECTORALES	Aductor de hombro INERVACIÓN: N. torácico anterior mayor y ramas del torácico anterior menor. Raíces C5, C6, C7, C8 Y D1.	Persona a evaluar en sedente en la silla de ruedas, con abducción de hombros de 90º, flexión de codos a 90º, antebrazos en pronación, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que cierre los brazos llevándolos hacia adelante y al centro. La evaluación se realiza bilateralmente. Comando verbal: cierre sus brazos como si se fueran a tocar uno con el otro. 

SERRATO ANTERIOR	Fijador de la escapula INERVACIÓN: C5, C6 Y C7 N. torácico mayor.	Persona a evaluar en posición supina sobre la camilla, brazos en posición neutra con flexión de hombro de 90º, se realiza agarre manual completo de la mancuerna. Posteriormente se pide que eleve sus brazos como si fuere a tocar el techo. La evaluación se realiza unilateralmente y bilateralmente. Comando verbal: lleve sus brazos como si fuera a tocar el techo. 
ABDOMINALES (recto, oblicuos, transverso)	Flexores y rotadores de tronco INERVACIÓN: N. intercostales, costales y lumbares. Raíces T4 a L2	La evaluaciòn de la fuerza en los mùsculos abdominales se harà mediante el test de Daniels. **Calificaciòn de 5/5:** se parte de la posiciòn supina, con flexiòn de caderas a 90º y flexiòn de rodillas, manos detràs de la cabeza, flexiòn de cabeza (mentòn tocando el pecho), se pide que se levante como a tocar con su cabeza las rodillas. Los brazos deben permanecer detràs de la cabeza y los pies no pueden levantarse de la cama.

		 **Calificaciòn de 4/5:** se parte de la posiciòn supina, con flexiòn de caderas a 90º y flexiòn de rodillas, manos cruzadas sobre el pecho, flexiòn de cabeza (mentòn tocando el pecho), se pide que se levante como a tocar con sus codos las rodillas. Los pies no pueden levantarse de la cama.  **Calificaciòn de 3/5:** se parte de la posiciòn supina, con flexiòn de caderas a 90º y flexiòn de rodillas, manos a los a lados del cuerpo, flexiòn de cabeza (mentòn tocando el pecho), se pide que se levante como a tocar con sus manos las rodillas. Los pies no pueden levantarse de la cama.

		 **Calificaciòn de 2/5:** se parte de la posiciòn supina, con flexiòn de caderas a 90º y flexiòn de rodillas, manos a los a lados del cuerpo, flexiòn de cabeza (mentòn tocando el pecho), se pide que se levante como a tocar con sus manos los tobillos. Los pies no pueden levantarse de la cama. 
TRAPECIO MEDIO	Aductor de la cintura escapular INERVACIÓN: N. accesorio	Persona a evaluar en posiciòn prona sobre camilla, frente apoyada sobre la camilla, hombros en abducciòn de 90º, codos felxionados a 90º, antebrazo en pronaciòn. Se realiza agarre manual completo de la mancuerna y se pide que realice aduccion de las escapulas.se realiza unilateral y bilateralmente. Comando verbal: lleve sus brazos hacia arriba como intentando unir sus escapulas.

		
TRAPECIO INFERIOR	Depresión y aductor de la cintura escapular INERVACIÓN: N. accesorio	Persona a evaluar en posiciòn prona sobre camilla, frente apoyada sobre la camilla, hombros en flexiòn de 180º a los lados de la cabeza,codos extendidos antebrazo en pronaciòn. Se realiza agarre manual completo de la mancuerna y se pide que eleve su brazo por encima de la cabeza. Comando verbal: eleve su brazo por encima de la cabeza. 
ROMBOIDEOS	Aductores rotadores inferiores de la cintura escapular INERVACIÓN: Nervio propio y nervio escapular dorsal. Raíces C4 Y C5	Persona a evaluar en posiciòn prona sobre camilla, frente apoyada sobre la camilla, hombros extendido a los lados del cuerpo, codos , antebrazo en supinaciòn. Se realiza agarre manual completo de la mancuerna y se pide que lleve su brazo hacia el glùteo contrario. Comando verbal: lleve su brazo como a tocar su glùteo contrario

		 **Calificaciòn:** se parte de la posiciòn prona, con hombros en abducciòn de 90º y flexiòn de codos, manos sobre los glùteos. Se le pide que realice extensiòn
		
DORSALES	Extensores de tronco INERVACIÓN:	La evaluaciòn de la fuerza en los mùsculos dorsales se harà mediante el test de Daniels. **Calificaciòn:** se parte de la posiciòn prona, con hombros en abducciòn de 90º y flexiòn de codos, manos detràs de la cabeza. Se le pide que realice extensiòn de tronco, si logra hacerlo sosteniendo por 5 segundos la posiciòn se le da calificaciòn de 5/5, si no logra sostenerse pero realiza la extensiòn de tronco se califica un 4/5.

		de tronco, si logra hacerlo y sostener la posiciòn por 5 segundos, se le da calificaciòn de 3/5, si no logra sostenerse pero realiza la extensiòn de tronco se califica un 2/5. 

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. THOUMIE P.,THEVENIN-LEMOINE E. Et JOSSE L. – Rééducation Des Paraplégiqueset Tétraplégiques Adultes. – Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris-France),Kinésithérapie-Rééducation Fonctionnelle, 26-460-A-10, 1995, 16 P.

2-3. Cuadrado Sáenz, Gonzalo., Nuria Mendoza Laiz Y Rafael Pérez Redondo (2001) Influencia De La Practica De La Actividad Física En Los Aspectos Físicos Del Parapléjico Sedentario Acción: Revista Apuntes Educación Física Y Deportes (Madrid) 66:54-59

4. Platonov, Vladimir Nicolaievitch 1993 El Entrenamiento Deportivo Teoría Y Metodología Editorial Paidotribo3ra Edición 322p.

5. Davis, G.M. (1993). Exercise Capacity Of Individuals With Paraplegia. *Medicine* And Science In Sports And Exercise, 25 (4) 423-432.

6. FIGONI, S.F. (1993). Exercise responses and quadriplegia. *Medicine* and Science in Sports and Exercise, **25** 433-441.

7. Hubal Mj, And Cols, Variability In muscle Size And Strenght gain After Unilateral Resistance Training. Med Sci Sports Exerc 2005;37:964-972

8. Herbertr And Cols, Human Strength Adaptations. Implications for Therapy. Incrosbie Wj, Mcconnell J(Des): Key Issues In Musculoskeletal Physiotherapy. London Buttehrworth Heinemann, 1993:142-171.

9 . Exercises for spinal cord injury patients. Lisa Harvey (physiotherapist)

10. Naclerio A. F. *Entrenamiento de la fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar*. efdeportes - Buenos Aires - Año 6 - N° 29. 2001.

11. Morales J. and Sobonya S. *Use of submaximal Repetition Tests for predicting 1-RM Strength in class athletes.* Journal of Strength and Conditioning Research, Vol 10 nº3, pp 186-189. 1996.

12 Brown, L.E.; Weir, J.P. *Accurate Assessment of Muscular Strength and Power, ASEP Procedures Recommendation.* Journal of Exercise Physiology 4 (3). 2001

13-14. Mayhew J L. Ball T.E. Arnold M.D. and Bowen J. *Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and woman*. Journal of Applied Sport Science Research, Vol 6 nº 4 pp 200-206. 1992.

15. Sale, G. D. (1991) *Testing Strength and Power, chapter 3, In Physiological Testing of high performance athlete*, (Eds, MacDougal, J. C., Wenger, H. A. and Green, H. J.) **Human Kinetics, Champaing IL**, pp. 21-106.

16. Jiménez, A. *La aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud*. **Barcelona Ergo**. 2003.

17.Proceso evaluativo musculoesquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular. Escrito por Hazel M. Clarkson,Jacques Hurabielle,K. Doy,Joy D. Marlowe

ANEXO J

PLANIFICACIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO

En un análisis de documentos antiguos se constata que los griegos ya se preocupaban por la organización del año de entrenamiento. La preparación de los atletas en los Juegos Olímpicos Antiguos era dividida en 10 meses de entrenamiento y un mes de exhibición delante de una asamblea especial que evaluaba las cualidades competitivas de los candidatos[1]. Todo evento competitivo constituyó una preocupación y siempre existió una organización del entrenamiento con el objetivo de que los atletas participasen en las competiciones en las mejores condiciones posibles.

Posteriormente, con la era de los Juegos Olímpicos Modernos, se generó una evolución de los conceptos relacionados con la organización del año de entrenamiento. A partir de este momento se acepto a la planificación como algo importante, una condición necesaria para la mejora de resultados, así como también el determinar que los atletas deberían dedicarse al entrenamiento de una modalidad, se generalizó la preparación de atletas en periodos de un año civil, con fases diferentes en sus contenidos y relacionadas necesariamente con la trilogía "fatiga-recuperación-adaptación" [1].

En 1916 surge un documento escrito por Kotov titulado *Olympisher Sport*, editado en Moscú en 1917, donde por primera vez era defendida la tesis de la necesidad de desarrollar el entrenamiento durante todo el año sin interrupciones. El planteamiento del autor radicaba en la organización del año de entrenamiento dividido en tres fases: entrenamiento general, entrenamiento preparatorio y entrenamiento específico[1]. Otro aporte de este autor es la selección y el ordenamiento de los contenidos que determinaban las tareas del entrenamiento.

Pinkala junto a los rusos Gorinovski (1923) y Birsin (1925) alteraron de forma significativa la teoría y la práctica del entrenamiento al formular un conjunto de normas en un tiempo en el que no existía una investigación de apoyo a la preparación de los atletas. Estas normas fueron: la necesidad de la alternancia entre el volumen y la intensidad, el entrenamiento específico se desarrolla después de un entrenamiento general y el entrenamiento debe estar caracterizado por una evidente alternancia entre trabajo (entrenamiento) y recuperación[1] .Estos principios permitieron aumentar la frecuencia en los entrenamientos y también motivaron la diferenciación de las tareas en relación con los factores que determinaban la especificidad y el valor de la intensidad de las cargas.

En 1939, el soviético Granlyn, desarrolla el primer trabajo que aborda exclusivamente temas relacionados con contenidos y principios generales de la planificación del entrenamiento deportivo, como cita Malviev en 1977. Granlyn fundamento su trabajo en el principio de relación necesaria entre una especialización deportiva y una preparación general multifacética. Por esto divide la temporada de entrenamiento en periodos que denomino: de preparación, principal y de transición.

Generalizo su trabajo a todas las modalidades deportivas, sin embargo no estableció una duración para cada periodo, defendiendo que el factor temporal de cada ciclo mencionado depende del carácter específico de la modalidad, de las particularidades del atleta y de otras circunstancias[3].
Así mismo, en estas dos décadas la preparación de los atletas fue universalmente aceptada, estructurándose con un carácter organizado siguiendo modelos que incluían sesiones diarias a lo largo de 52 semanas al año[1]. Algunas modalidades como la natación y el atletismo implantaron el entrenamiento bi-diario, con un considerable incremento de la investigación en las áreas de la fisiología y la biomecánica.

Con gran tradición deportiva, las Alemanias (Federal y Democrática) investigaron fuertemente en áreas de soporte directo a la metodología del entrenamiento. En la ex República Democrática Alemana, surge un sistema altamente eficaz en la selección y orientaciones de los jóvenes hacia las modalidades deportivas consideradas políticamente prioritarias[1]. Considerando el deporte como una parte social fundamental, las investigaciones fueron consideradas como un secreto de estado y muy poco se supo o se sabe sobre ciertos temas, incluso después de la reunificación.

Durante la década del 50 las investigaciones adelantadas por Ozolín, autor perteneciente a la URSS, refieren una nueva estructuración de la temporada que se fundamentaba en la existencia de una etapa de preparación multilateral, la cual concluía con una fase de entrenamiento altamente especializado antes de las competiciones principales[1]. Con esta propuesta se aprecia una predominancia del entrenamiento especifico por sobre el general que tiene como consecuencia en la época una fuerte inestabilidad en la capacidad de rendimiento de los atletas, pero a pesar de ello se obtienen mejoras espectaculares a nivel mundial en termino de resultados deportivos[1].Letunov (1952-1954) critica las ideas de Ozolín en cuanto a la importancia de las competiciones y de sus fechas defendiendo la tesis de que la carga biológica debería ser el criterio para determinar la periodización de la temporada.

Ambas concepciones fueron desarrolladas de forma original por el ruso L.P. Matveiev, a quien muchos consideran el padre del carácter científico del entrenamiento deportivo, ya que defiende la tesis del carácter objetivo de la periodización basada en tres variables: el calendario de competición, las condiciones climatológicas y las fases necesarias para la construcción de la forma deportiva de los atletas[1].

La introducción de el concepto de la forma deportiva hecho por Matveiev, es el resultado de profundad investigaciones realizadas en diferentes modalidades deportivas. Defendía la existencia de tres fases distintas en el desarrollo de la forma deportiva de cualquier atleta: una inicial de construcción, una segunda de estabilización y la tercera de pérdida temporal de la forma deportiva, correspondiéndose con periodos de preparación definidos por el autor en 1956 como estadios sucesivos de de un proceso pedagógico caracterizados por la utilización de determinados medios y métodos que garanticen el desarrollo deseado en relación con el desarrollo del atleta.

Su concepto de periodización se completa en los años 60, puntualmente en 1965 cuando teniendo como base el síndrome general de adaptación (SGA) de Selye, planteó el carácter ondulatorio de las respuestas biológicas a los diferentes tipos de estímulos de entrenamiento y estableció la relación entre los ritmos de de preparación y la alternancia cíclica de las funciones fisiológicas[2].

Al dividir la temporada en periodos, la recomendación metodológica era dar prioridad al aumento del volumen en el periodo preparatorio y a la intensidad en el periodo competitivo[1], predominando los medios generales en la primera etapa del periodo preparatorio y debiendo introducir medios específicos de entrenamiento en el aumento de la intensidad[3].

Con sus investigaciones Matveiev desarrollo los fundamentos de la periodización del entrenamiento, explicando con exactitud las condiciones en que se producían las adaptaciones biológicas frente a distintos estímulos y con espacios temporales igualmente diferentes, presentando así una decisiva contribución que actualmente tiene gran aceptación[1];en los años 60, este modelo planteado por Matveiev fue aplicado en la mayoría de los deportes, lo cual genero que hubiera poca innovación en la materia. En esta década se desarrollaron tres olimpiadas: 1960 en Roma, 1964 en Tokio y 1968 en México DF, a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar. Estos juegos desarrollados en México presentaron a los especialistas del entrenamiento problemas y situaciones nuevas, los largos viajes y fundamentalmente la altitud de la Ciudad de México, conllevarían el desarrollo

de estudios del comportamiento motor del hombre en situaciones inhabitables y el tipo de adaptaciones orgánicas que podían ocurrir[1, 2].

Otro elemento importante a considerar en esta década fue la influencia del entrenamiento intervalico que tuvo en Gerchsller a su creador y que acabo teniendo la suficiente fundamentación científica en los trabajos desarrollados por el equipo de médicos de la escuela de Friburgo, liderada por el doctor Reindell, y que tuvo como colaboradores a los profesores en fisiología del ejercicio H. Roskamm y Josep Keul[1, 3]. Este tipo de entrenamiento desencadenó gran aceptación en las escuelas de entrenamiento; frente a esta intensificación del entrenamiento surgió una reorganización de los conceptos de la estructura anual de la temporada con la preocupación de equilibrar la carga y la recuperación, ya que todos los estudios realizados hasta entonces sobre la aplicación del entrenamiento intervalico apuntaban a las grandes adaptaciones que se procesaban en el momento de los intervalos[1].

En Europa y Estados Unidos aparecen documentos señalando que se debe tener cuidado con la organización de la temporada, en donde destaca la obra de Counsilman editada en 1968, *The Science of Swimming*, en la que presenta de forma detallada los objetivos que deberían dirigir el entrenamiento de cada mes evolucionando desde septiembre hasta agosto[1]. Este libro marco un cambio con respecto al manejo tradicional que se le daba tradicionalmente a la preparación confirmando con otra terminología lo que referían especialistas del entrenamiento en la Alemanias y en la URSS[2].

En los años 70, la gran mayoría de los estudios se destinaron a conocer el funcionamiento de los sistemas energéticos, en donde la edición y comercialización del *Tratado de Fisiología del Ejercicio*, de P. Anstrand y K. Rodahl fue determinante, permitiendo sistematizar el proceso de preparación de los atletas para generar adaptaciones determinadas por la necesidad de mejorar el consumo máximo de oxigeno (VO2max)[1, 2, 3].

La explicación del funcionamiento de las fuentes de energía era una obsesión en todos los que buscaban introducir nuevos conceptos en el entrenamiento deportivo[1]. Platonov divulga el concepto sistémico de la planificación anual del entrenamiento conjuntamente con el entrenador principal de la URSS, Vaitsekovseky. Su propuesta partía de que la carga anual debía ser definida en función del objetivo de la temporada y del tiempo de recuperación necesario entre la aplicación de sesiones con los mismos objetivos funcionales[1, 2]. Este modelo actualmente se mantiene vigente.

En 1977 Tschiene, presenta su modelo de periodización en el que considera el volumen de carga específica, introduciendo entre ciclos largos de preparación un periodo de recuperación evitando así un exceso de fatiga y el sobreentrenamiento[1, 2, 3].

La ampliación de los conocimientos sobre el acido láctico fueron generadores de una nueva revolución en el entrenamiento[3]. Mader pública las aplicaciones al entrenamiento que los valores de la acumulación de lactato en sangre del atleta permiten establecer. La definición de zonas óptimas de intensidad y una adecuación correcta de los volúmenes de entrenamiento fueron los avances más significativos de la época.

En los años 80, producto de la masificación del deporte como baluarte social de la humanidad, paralelo al desarrollo tecnológico y económico mundial, lleva al desarrollo de nuevas tendencias en la planificación deportiva, en donde ganan relevancia 2 modelos de planificación: el modelo de Verjoshanski propuesto en 1990, basado en el principio de la carga concentrada en etapas definidas en el ciclo anual de entrenamiento, y el modelo de microciclo integrado de navarro en 1986, el cual agrupa los contenidos y medios de entrenamiento en un corto espacio de tiempo en forma concentrada.

Asi, de forma consolidada se entiende como planificación del entrenamiento el conjunto de procesos orientados al diagnostico, la definición cualitativa y cuantitativa de la carga de entrenamiento, la estructuración de la temporada a partir de una periodización que determine ciclos de trabajo, que tienen como objetivo el mejorar cualidades físicas y gestos técnicos en la persona físicamente activa[1].

La periodización más usada se enmarca dentro del Ciclo Olímpico, el cual inicia una vez finaliza la olimpiada y tiene una duración de 4 años[2]. Estos ciclos se estructuran prioritariamente en la actualidad de la siguiente forma:

Macrociclo: Es un periodo de tiempo que oscila de las 4-6 semanas hasta el año. Se caracteriza por contar con tres periodos, preparatorio, competitivo y de transición.

En el periodo preparatorio se desarrolla y se adquiere la forma deportiva, en el periodo competitivo se busca mantener la forma deportiva y en el periodo de transición se busca evitar el efecto acumulativo producido por el entrenamiento

(sobreentrenamiento) así como también mantener el deportista en un régimen ondulatorio que le permita llegar en su mejor nivel a los periodos de competencia.

Mesociclo: Estos son ciclos medios integrados dentro del macrociclo los cuales se van a diferenciar dependiendo del periodo al que correspondan dentro del macrociclo. Generalmente los mesociclos tienden a durar 1 mes, en donde la cantidad de estos dentro del macrociclo dependerá de los objetivos que se deseen alcanzar.

Microciclo: son ciclos cortos que generalmente tienen como duración una semana, permiten organizar cargas de trabajo a nivel semanal, resultando determinantes en la el desarrollo de macrociclos cortos.

Sesión: Es la unidad mínima de entrenamiento, es esencial para la ejecución practica de los aspectos planificados. Se divide en tres momentos: momento inicial, el cual se orienta a trabajos de calistenia y preparación segmental (movilidad articular y flexibilidad), continuando con el momento principal, en el cual se desarrollan actividades enfocadas a un objetivo en términos de rendimiento dependiendo del momento del ciclo superior (microciclo, mesociclo, macrociclo) en el que se encuentre la persona, y el momento final, orientado a la vuelta a la calma de la persona[1, 2].

PLANIFICACIÓN PROTOCOLO DE EJERCICIO FÍSICO											
MES	***MARZO***			***ABRIL***				***MAYO***			
MESOCICLOS	**MESOCICLO 1**			**MESOCICLO 2**							
FASES DE INTERVENCIÓN	**FASE A**			**FASE B**							
No. MICROCICLO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
DIAS W x MICROCICLOS	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
SESIONES x MICROCICLOS	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
HORAS x MICROCICLOS	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6	6	6

COMPONENTES DEL ENTRENAMIENTO



RESISTENCIA AERÓBICA

Este componente se trabajó durante todo el protocolo de ejercicio, destinando un tiempo de 30 minutos en cada sesión, los cuales fueron distribuidos en zonas de trabajo de acuerdo a la fase del protocolo.

Las zonas de trabajo fueron:

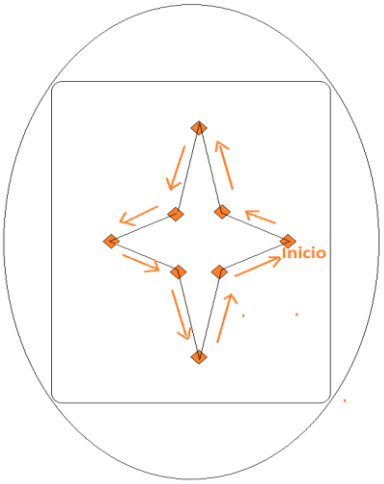
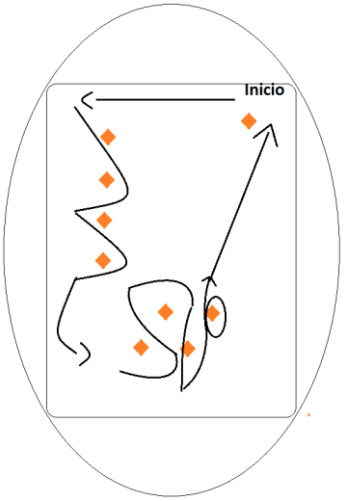
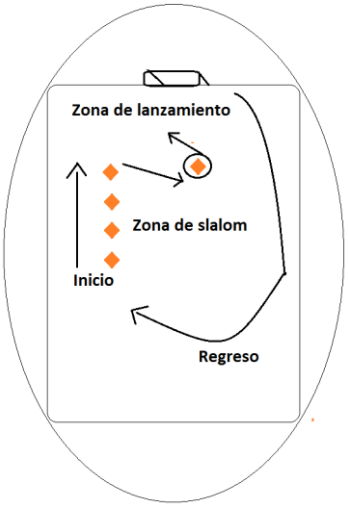
Zona 1 o zona de recuperación → 40% a 55% de la FCmáx ó 10 a 11 según Escala de Borg de 20 puntos

Zona 2 → 56% a 65% de la FCmáx ó 12 a 13 según Escala de Borg de 20 puntos

Zona 3 → 66% a 75% de la FCmáx ó 14 a 16 según Escala de Borg de 20 puntos

Para distribuir los 30 minutos en las zonas de trabajo de manera óptima, se tuvo en cuenta la densidad requerida para cada fase del protocolo siendo definida como la cantidad de trabajo vs la cantidad de descanso; la determinación de esta se da partiendo con la proporción de 1:1 en la fase de adaptación y posteriormente la proporción varía incrementando el tiempo y la intensidad del trabajo según la evolución del paciente, teniendo como meta final mantener los 30 minutos en zona 3 para luego incrementar este tiempo.

Estimulo	Ejercicio	Descripción
1. Ergometro de Brazos		*Descripción: Cada participante movilizó los pedales del ergometro durante el tiempo determinado para cada zona de trabajo; la resistencia al movimiento dada por el ergometro se graduó de forma manual.*

2. Circuitos *Con la ayuda de múltiples elementos (conos, arcos, balones) se ejecutó de forma semanal un circuito en el cual se monitorizo en los participantes tanto la percepción del esfuerzo como la frecuencia cardiaca con el fin de controlar la zona de trabajo en la que deberían estar. Con el transcurrir de los microciclos los circuitos ganaban en intensidad no solo por la zona en la que los participantes debían participar sino también en factores como el trazado del circuito (progresando de tramos rectos a tramos curvos), actividades alternas (como el lanzamiento de un balón a una portería); estos circuitos siempre se desarrollaron sobre una superficie lisa.*	  	***Formato base 1.*** Esquema inicial de los trazados, en los cuales se parte de desplazamientos lineales como modo de ejecución, siendo así catalogados los circuitos creados a partir de este formato como los de menor complejidad. ***Formato base 2.*** En este esquema se desarrollan circuitos en los que el modo de ejecución principal es el slalom; debido al cambio de dirección recurrente en el sentido del desplazamiento del slalom estos circuitos son considerados como de moderada complejidad. ***Formato base 3.*** A partir de este esquema de circuitos se involucran desplazamientos tanto anteriores como posteriores (hacia adelante y en reversa), cambios súbitos de direcciones y actividades paralelas como lanzamientos, recepciones e inclusive cambios en el nivel del suelo; por todo ello estos circuitos son considerados como los de mayor complejidad.

FUERZA RESISTENCIA



Este componente se trabajó durante todo el protocolo de ejercicio, destinando un tiempo de 30 minutos en cada sesión, los cuales fueron distribuidos en zonas de trabajo de acuerdo a la fase del protocolo.

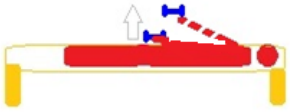
Las zonas de trabajo fueron:
Zona 1 → 40% a 50% de 1RM (Resistencia máxima)
Zona 2 → 50% a 60% de 1RM (Resistencia máxima)
Zona 3 → 60% a 75% de 1RM (Resistencia máxima)

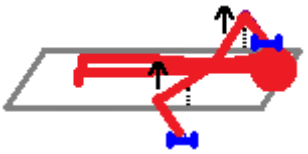
Los grupos musculares que se trabajaron en cada microciclo se determinaron dando prioridad a grupos musculares debiles según las valoraciones realizadas; dichas valoraciones fueron consideradas como indicador para establecer progresiones.

Convenciones:
F: Fase
A: Adaptación
M: Mejoramiento
M: Microciclos

F	M	% RM
A	1	*40% a 50%*
	2	
	3	
M	4	*50% a 60%*
	5	
	6	
	7	
	8	*60% a 75%*
	9	
	10	
	11	

Estimulo	Ejercicio	Descripción
Ejercicios con mancuernas	1. *Flexión de Hombro* 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona realizara flexión de hombro partiendo de posición neutra hasta llegar a los 90 grados de flexión movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*
	2. Extensión de Hombro 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona realizara extensión de hombro partiendo de posición neutra hasta llegar a los 50 grados de extensión movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*
	3. Flexión de Codo (En supinación) *4. Flexión de Codo (Con palma de la mano orientada medialmente)* 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona realizara flexión de codo partiendo de posición neutra hasta llegar a los 145 grados de flexión movilizando el peso asignado, en el ejercicio tres con la mano en supinación estimulando principalmente fibras del músculo bíceps braquial y en el ejercicio cuatro con la palma de la mano orientada medialmente estimulando principalmente fibras del músculo braquial.* *Modo: Unilateral.*
	5. Extensión de Codo 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: Con el hombro a 180 grados de flexión y el codo encontrándose flexionado a 145 grados, realizar extensión de codo hasta los 0 grados de extensión movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*

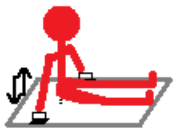
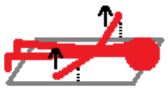
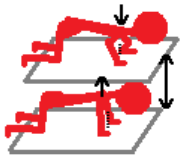
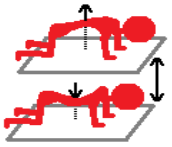
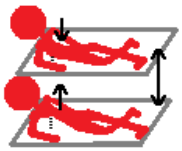
	5. Abducción de Hombro 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona realizara abducción de hombro partiendo de posición neutra hasta llegar a los 180 grados movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*
	6. Trapecio Superior 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona realizara elevación de los hombros sosteniendo en ambos brazos el peso asignado.* *Modo: Bilateral.*
	7. Pectorales 	*Posición: Decúbito supino en camilla.* *Consigna: La persona tendrá los brazos abducidos con los codos flexionados sobre la camilla, una vez tenga asignado el peso a levantar la persona realizara aducción horizontal de hombros manteniendo sus antebrazos fijos.* *Modo: Bilateral.*
	8. Serrato Anterior 	*Posición: Decúbito supino en camilla.* *Consigna: La persona ubicando sus brazos a 90 grados de flexión con codos extendidos realizara elevación del peso asignado sin realizar desplazamientos angulares.* *Modo: Bilateral.*
	9. Romboideos 	*Posición: Decúbito prono en camilla.* *Consigna: La persona ubicando ambos brazos sobre los glúteos, realiza extensión de hombro hasta 50 grados con el peso asignado.* *Modo: Bilateral.*

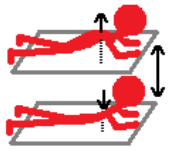
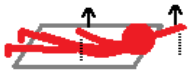
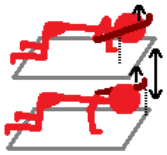
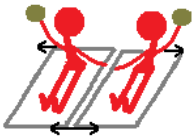
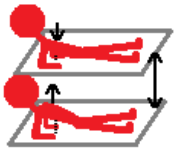
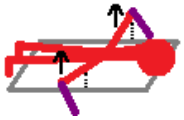
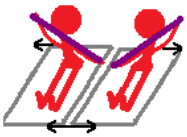
	10. Trapecio Inferior 	*Posición: Decúbito prono en camilla.* *Consigna: La persona ubicando sus brazos a 180 grados de flexión debe elevar los brazos de la horizontal con el peso asignado.* *Modo: Bilateral.*
	11. Trapecio Medio 	*Posición: Decúbito prono en camilla.* *Consigna: La persona ubicando sus brazos a 90 grados de flexión de hombro debe flexionar los codos y realizar aducción escapular movilizando el peso asignado.* *Modo: Bilateral.*
	12. Rotadores Externos 	*Posición: Sedente en silla.* *Consigna: La persona con el hombro abducido a 90 grados y el codo flexionado también a 90 grados, debe rotar externamente el brazo 90 grados manteniendo la posición del codo movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*
	13. Rotadores Internos 	*Posición: Decúbito lateral en camilla.* *Consigna: La persona con el hombro en posición neutra y el codo que se encuentre apoyado sobre la camilla flexionado a 90 grados, debe rotar internamente el brazo manteniendo la posición del codo movilizando el peso asignado.* *Modo: Unilateral.*

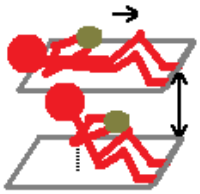
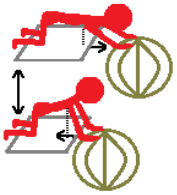
ENTRENAMIENTO FUNCIONAL

Durante las sesiones de entrenamiento se realizaron ejercicios de autocarga y core con un tiempo semanal de 60 minutos distribuidos en 25 y 35 minutos respectivamente. Los criterios de progresiones fueron la fase del entrenamiento y la respuesta al ejercicio planteado y los tipos de progresiones fueron la adición de elementos como balones terapéuticos, theraband… etc; cambiar las posiciones y aumentar las series y/o repeticiones.

CORE: 2 a 3 series de 6 a 12 repeticiones realizando sostenidos de 6 segundos o más
AUTOCARGA: 2 a 3 series de 10 a 15 repeticiones

	AUTOCARGA		***CORE***	
	Ejercicio	**Descripción**	**Ejercicio**	**Descripción**
ADAPTACIÓN	**Push up**: 	Consiste en hacer flexo /extensión de codos sujetando los Push up para despegar los glúteos de la superficie	**Aducción escapular en prono:** 	Consiste en abducir los hombros a 90° estando en prono y realizar aducción escapular.
	Flexo/extensión de codos en cuadrúpedo: 	Consiste en hacer flexo /extensión de codos desde la posición de cuatro puntos.	**Activación de abdominales en cuadrúpedo:** 	Consiste en protaer y retraer las escápulas al tiempo que se tiende hacia la anteversión y retroversión pélvica, procurando la activación de los músculos abdominales y paraespinales.
	Fondos en decúbito lateral: 	Consiste en pasar de inflexión lateral del hemitronco de la parte superior a extensión del mismo y viceversa, manteniendo apoyo sobre el antebrazo.	**Activación de abdominales en sedente:** 	Consiste en que el participante realice una fuerza hacia la flexión de tronco mientras el terapeuta coloca una resistencia a nivel del pecho.
	Supino sobre antebrazos: 	Consiste en descargar el peso del cuerpo en la posición de supino sobre antebrazos.	**Activación de oblicuos en sedente:** 	Consiste en realizar inflexión lateral de un hemitronco mientras que el otro realiza extensión.

	Fondos en decúbito prono: 	Consiste en pasar de la extensión de tronco a la flexión del mismo (aumentando la cifosis dorsal) y viceversa, manteniendo el apoyo sobre los antebrazos.	**Superman:** 	Consiste en realizar flexión de uno de los hombros mientras que se lleva el otro hombro hacia la extensión.
	Elevación de brazos en cuadrúpedo: 	Consiste en levantar uno de los brazos mientras se está en la posición cuadrúpeda y alternarlo con el otro.	**Lanzamiento de balón en sedente:** 	Consiste en realizar lanzamientos de un balón terapéutico efectuando rotaciones del tronco.
			Activación de oblicuos en sedente (con balón): 	Consiste en realizar inflexión lateral de un hemitronco mientras que el otro realiza extensión, sosteniendo un balón terapéutico con el miembro superior que queda en abducción.
MEJORAMIENTO	**Fondos en decúbito supino:** 	Consiste en retraer y protaer la escápula alternadamente, manteniendo el apoyo sobre los antebrazos.	**Aducción escapular en prono (Con theraband):** 	Consiste en abducir los hombros a 90°, estando en prono y realizar aducción escapular utilizando un theraband para generar resistencia al movimiento
	Push up con desplazamiento lateral: 	Consiste en hacer flexo /extensión de codos sujetando los Push up para despegar los glúteos de la superficie y mientras los codos están en extensión realizar desplazamientos laterales de la pelvis.	**Activación de oblicuos en sedente (con theraband):** 	Consiste en realizar inflexión lateral de un hemitronco mientras que el otro realiza extensión, utilizando un theraband para generar resistencia al movimiento.

	Rotación de hombros en prono: 	Consiste en ir de rotación interna a rotación externa de hombros en la posición de prono sobre antebrazos, colocando resistencia externa.	**Abdominales con balón:** 	Consiste en realizar flexión de tronco desde la posición supina, llevando un balón terapéutico desde el pecho hacia las rodillas
	Extensión de tronco con balón: 	Consiste en desplazar los brazos sobre un balón, como si se estuviera "Caminando" con ellos de adelante a atrás y regresando a la posición inicial.	**Diagonales de PNF (Con balón):** 	Consiste en realizar diagonales de miembro superior utilizando un balón terapéutico.
	Ascenso de escalón en cuadrúpedo: 	Consiste en subir y bajar dos escalones con los miembros superiores manteniendo una posición de cuatro puntos.	**Desplazamiento del tronco en plano sagital (Con balón):** 	Consiste en realizar flexión de cadera y tronco en la posición sentado largo, mientras sostiene un balón terapéutico con un brazo que permanece en flexión de 180° y volver a la posición inicial (cadera a 90°)
	Push up con desplazamiento lateral y frontal: 	Consiste en hacer flexo /extensión de codos sujetando los Push up para despegar los glúteos de la superficie y mientras los codos están en extensión realizar desplazamientos laterales y frontales de la pelvis.		

FLEXIBILIDAD

Al Inicio y final de cada sesión de entrenamiento se trabajó el componente de flexibilidad mediante el estiramiento de los músculos del cuello, trapecio superior, pectorales, latísimo del dorso, tríceps braquial, interescapulares, deltoides, bíceps braquial, flexores y extensores del carpo.
Inicio del entrenamiento: estiramiento sostenido de 10 a 15 segundos
Final del entrenamiento: estiramiento sostenido de 25 a 30 segundos

Estiramientos de cuello y tronco superior				
Estiramientos de miembro superior				 

BIBLIOGRAFIA

1. Vasconcelos A. Planificación y organización del entrenamiento deportivo. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2005.

2. Campos J., Cervera V. Teoría y planificación del entrenamiento deportivo. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2003.

3. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006

4. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med SCI Sport Exerc. 2004; 36:674-688.

5. Hoeger WW, Barette SL, Hale DF. Relationship between repetitions and selected percentage of one repetition máximum. Journals Appl Sport SCI res.1987;1:11-13

6. Jiménez, B, Martín J, Abadía O, Herrero JA. Entrenamiento de fuerza del miembro superior en usuarios de silla DE RUEDAS Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Europea Miguel de Cervantes.2007

7. Bizzarini E, Saccavini M, Lipanje F, MagrinP, Malisan C, Zampa A. Exercise prescription in subjects with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:1170-52.

8. Bougenot MP, Tordi N, Le Foll D, Parratte B, Lonsdorfer J, Rouillon JD. Reconditioning programs for spinal cord-injured persons: a brief review and recommendations. Science & Sports 2003;18: 175–181

9. Jacobs, PL. Effects of Resistance and Endurance Training in Persons with Paraplegia. Medicine & Science In Sports & Exercise 2009; 41(5): 992–997.

10. Harvey L. Tratamiento de la lesión medular. España: Editorial Elsevier, 2010

11. Tordi N, Dugue B, Klupzinski D, Rasseneur L, Rouillon JD, Lonsdorfer J. Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects. Spinal Cord 2001; 39: 532-537

12. Ditor DS, Latimer AE, Martin KA, Arbour KP, McCartney N and Hicks AL. Maintenance of exercise participation in individuals with spinal cord injury: effects on quality of life, stress and pain. Spinal Cord 2003; 41: 446–450.

13. Bougenot MP, Tordi N, Betik AC, Martín X, Le Foll D, B Parrate, et al. Effects of a wheelchair ergometer training programme on spinal cord injured persons. Spinal Cord 2003; 41: 451–456

14. Cowan RE, Malone LA, Nash MS. Exercise is Medicine: exercise prescription after SCI to manage cardiovascular disease risk factors. Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation 2009;14(3):69–83

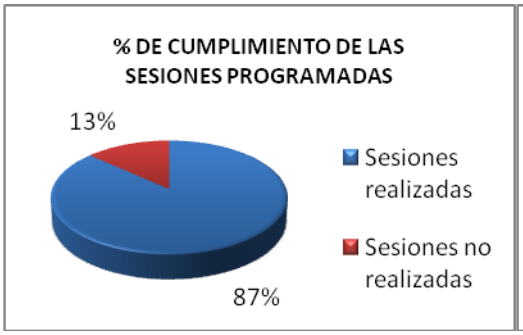
ANEXO K

RESULTADOS DE PROTOCOLO

CASO 1

En términos de cumplimiento del protocolo el sujeto realizó el 87% de las sesiones programadas, las cuales fueron equivalentes a 39 horas de entrenamiento; el 13% restante corresponde a inasistencias que se dieron por causas desconocidas para los investigadores (Gráficas 1 y 2); tales inasistencias tuvieron lugar en los microciclos 5, 6, 8 y 9 del protocolo de entrenamiento (Gráfica 3).

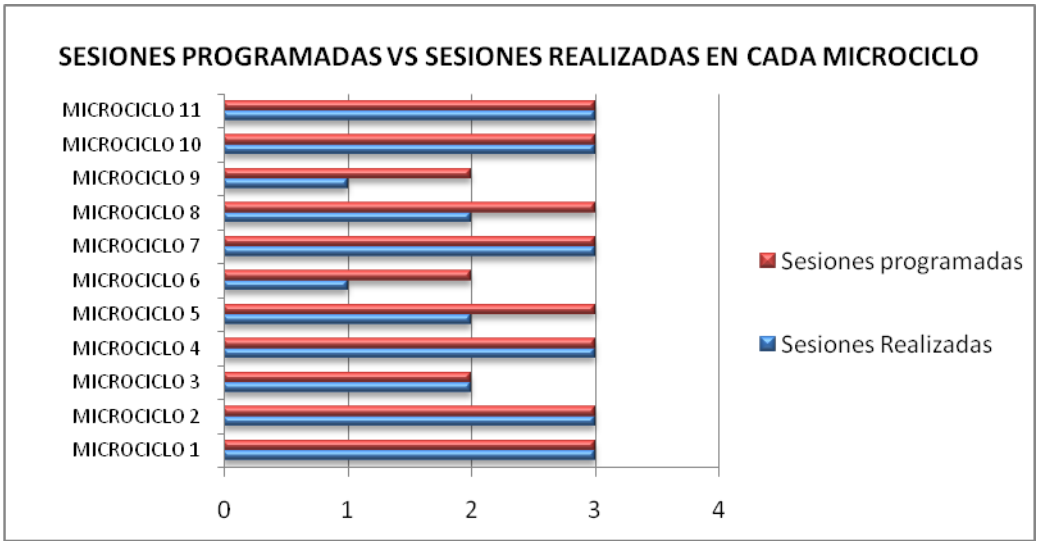
Gráfica 1



Gráfica 2



Gráfica 3

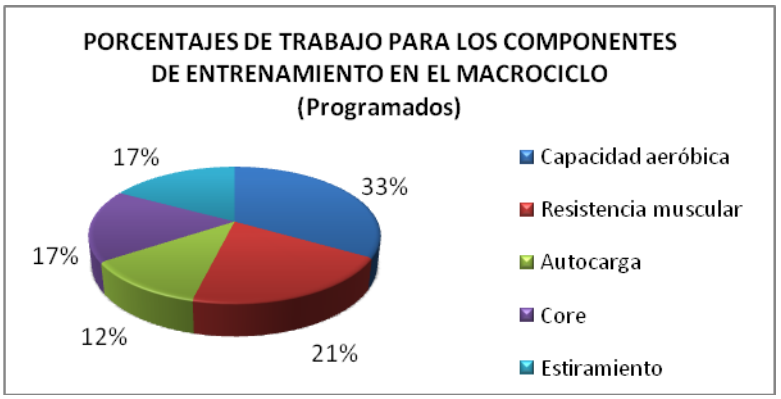


La planificación del entrenamiento se hizo a través de un macrociclo en el cual fueron distribuidos los diferentes componentes del entrenamiento por porcentajes;

dichos porcentajes representan el trabajo programado por cada componente del total de trabajo programado en el macrociclo.

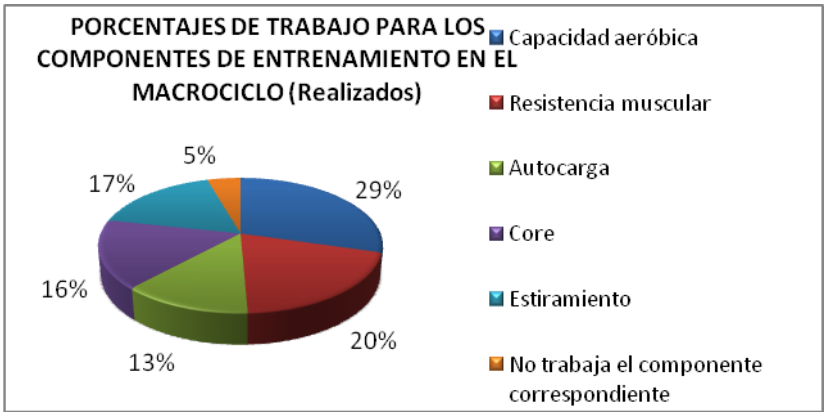
En orden descendente de acuerdo con la cantidad de trabajo programada se encuentran el componente de capacidad aeróbica con 33%, resistencia muscular con 21%, core y estiramiento con 17% cada uno y autocarga con 12% (Gráfica 4).

Gráfica 4



Al finalizar el protocolo de entrenamiento el porcentaje realizado de cada componente, del total de trabajo realizado en el macrociclo, fue muy similar al porcentaje programado. Las variaciones en los porcentajes se deben a que hubo sesiones en las cuales el sujeto asistió pero no realizó el trabajo de todos los componentes programados para la fecha (Gráfica 5).

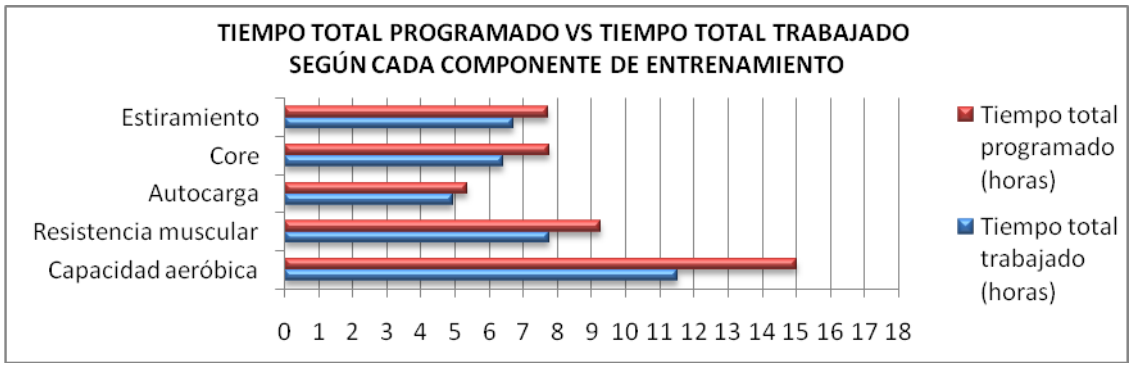
Gráfica 5



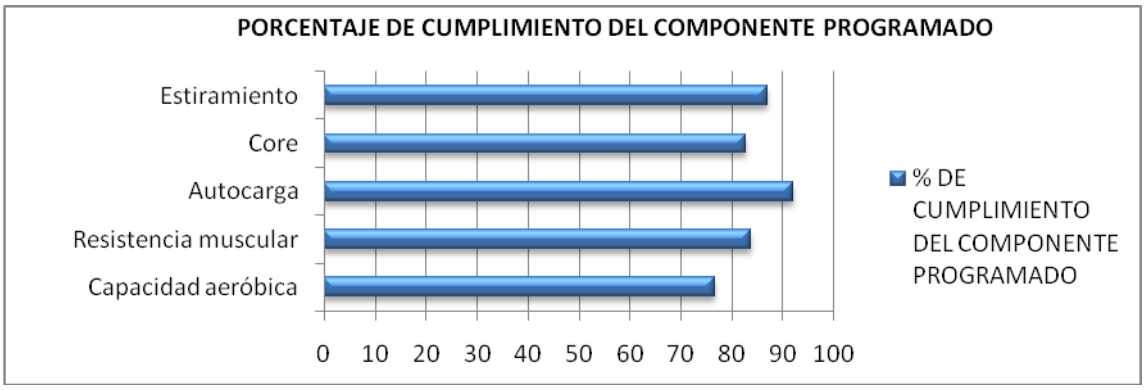
En cuanto al cumplimiento del tiempo para cada componente, las diferencias entre el tiempo total programado y el tiempo total trabajado para resistencia muscular, autocarga, core y estiramiento son mínimas, cumpliendo con mas del 80% y se

explican en las inasistencias del sujeto; por su parte en el componente de capacidad aeróbica se observa una diferencia mayor ya que el sujeto cumplió con menos del 80% del tiempo programado, lo cual se debe a las inasistencias sumadas a los días en que se realizó evaluación con la prueba de Cooper modificada ya que después de la aplicación del test se hizo entrenamiento pero no incluía este componente (Gráficas 6 y 7).

Gráfica 6



Gráfica 7



Capacidad aeróbica

La prescripción de la intensidad para el entrenamiento de la capacidad aeróbica se realizó con la escala de esfuerzo percibido de Borg entre los niveles 12 – 16, este método ha sido recomendado por por el Colegio Americano de Medicina del Deportiva y la Asociación Americana del Corazón cuando el nivel de lesión medular es T1 o uno superior..

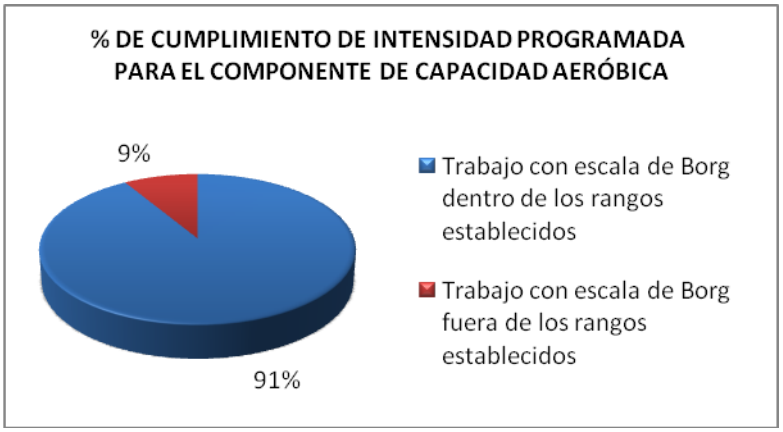
Para la planificación se establecieron 3 zonas de intensidad, la zona 1 corresponde a un nivel inferior al aeróbico por lo cual fue usada como zona de recuperación solo en la etapa de adaptación, durante esta zona la persona no

detuvo el ejercicio sino que disminuyó la intensidad para descansar y continuar posteriormente con una zona de intensidad mayor; la zona 2 y 3 corresponden a una intensidad de trabajo aeróbica de intensidad moderada y vigorosa respectivamente, durante la etapa de adaptación el tiempo realizado de ejercicio aeróbico se alterno entre la zona 1 y 2. La zona 3 fue incluida desde la etapa de mejoramiento y el tiempo de ejercicio realizado con esta intensidad aumentó progresivamente hasta la etapa de mantenimiento, mientras que el tiempo de ejercicio con una intensidad ubicada en la zona 2 fue disminuyendo progresivamente hasta casi desaparecer en la etapa de mantenimiento.

Zona 1	10 – 11 esfuerzo percibido según Borg	Recuperación
Zona 2	12 – 13 esfuerzo percibido según Borg	Aeróbico
Zona 3	14 – 16 esfuerzo percibido según Borg	Aeróbico

Durante el entrenamiento se preguntó al sujeto el nivel de esfuerzo percibido para controlar la intensidad, para ello la escala de Borg estuvo todo el tiempo visible, según los registros de las intensidades tomados en cada sesión de entrenamiento, en un 91% de las sesiones en que se trabajó capacidad aeróbica el sujeto mantuvo los valores de la escala de Borg dentro de los rangos establecidos, lo cual indica que la mayor parte del entrenamiento el sujeto cumplió con las intensidades programadas para el entrenamiento aeróbico (Gráfica 8).

Gráfica 8

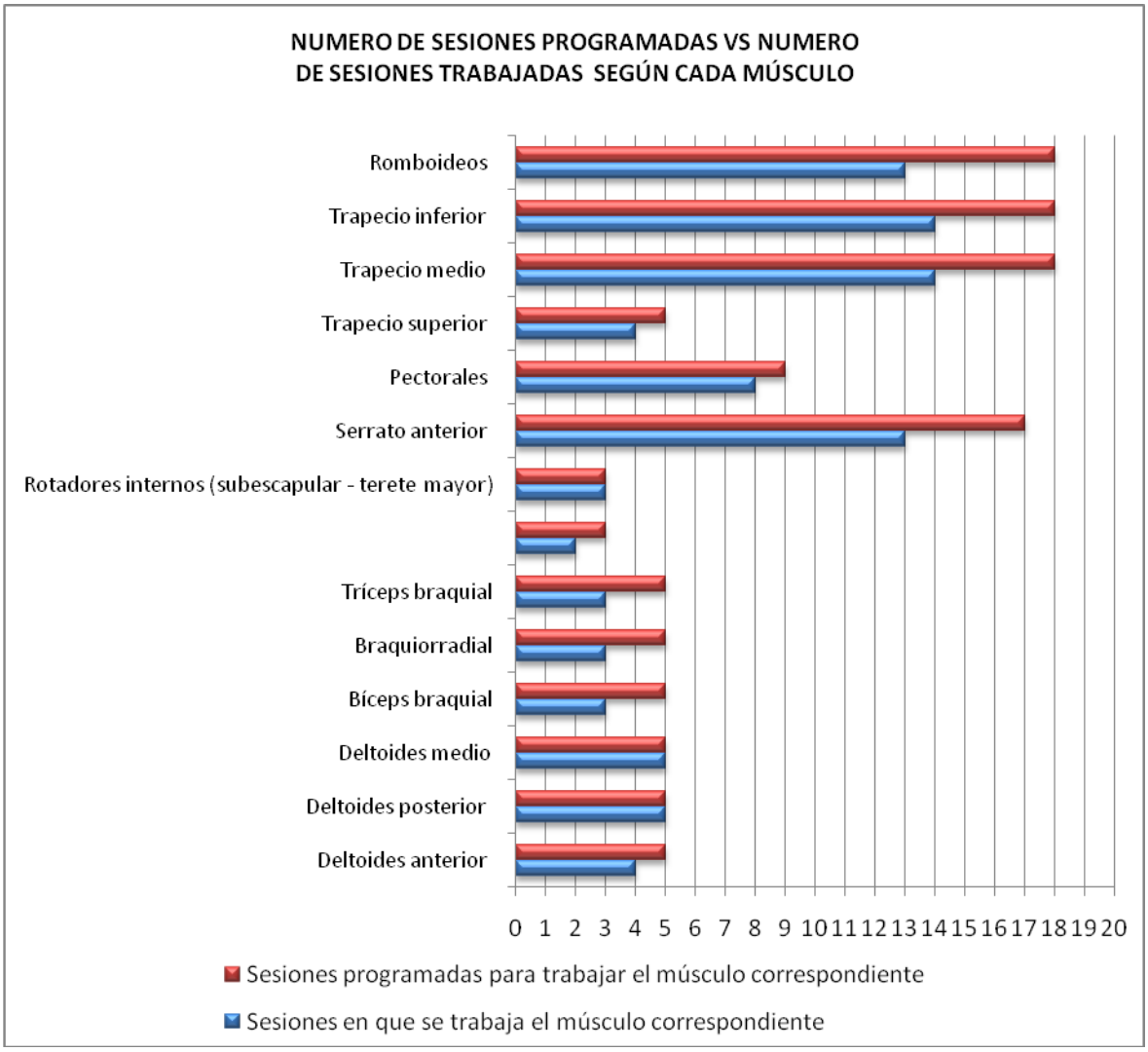


Resistencia muscular

Durante el protocolo de entrenamiento se trabajaron diversos grupos musculares o músculos individuales pertenecientes a los miembros superiores, el complejo del

hombro y la zona interescapular; para la programación del trabajo con pesas se hizo énfasis en los músculos cuyas evaluaciones iniciales mostraron debilidad, encontrándose que a lo largo del macrociclo se programaron principalmente romboideos, trapecio inferior, trapecio medio y serrato anterior, le siguen pectorales y luego tríceps braquial, braquiorradial, bíceps braquial y deltoides con igual cantidad de sesiones; por último los músculos programados en menos sesiones fueron los rotadores internos y externos. En cuanto a las sesiones trabajadas existen diferencias respecto a las programadas, las cuales tienen lugar en las inasistencias del sujeto (Gráfica 9).

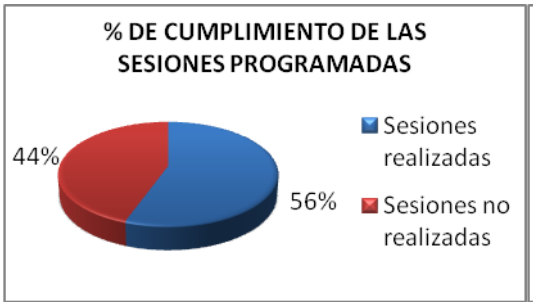
Gráfica 9



CASO 2

En términos de cumplimiento del protocolo el sujeto realizó el 56% de las sesiones programadas, las cuales fueron equivalentes a 30 horas de entrenamiento; el 44% restante corresponde a inasistencias que se dieron en su mayoría por problemas de salud puesto que el sujeto presentó infección urinaria durante el entrenamiento (Gráficas 1 y 2); tales inasistencias tuvieron lugar en los microciclos 7, 8, 9, 10 y 11 del protocolo de entrenamiento, en los tres últimos el sujeto había abandonado el estudio (Gráfica 3).

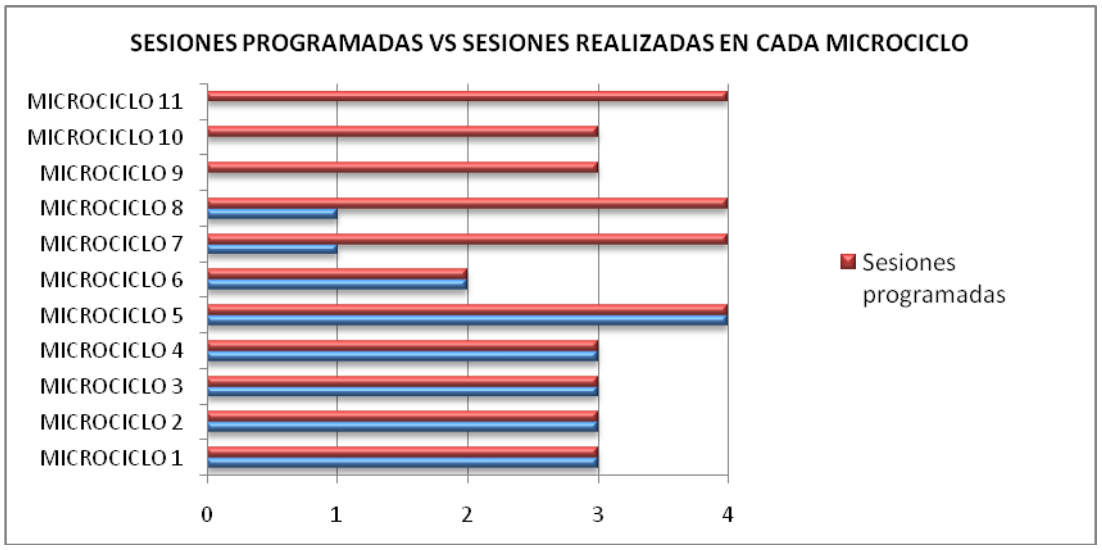
Gráfica 1



Gráfica 2



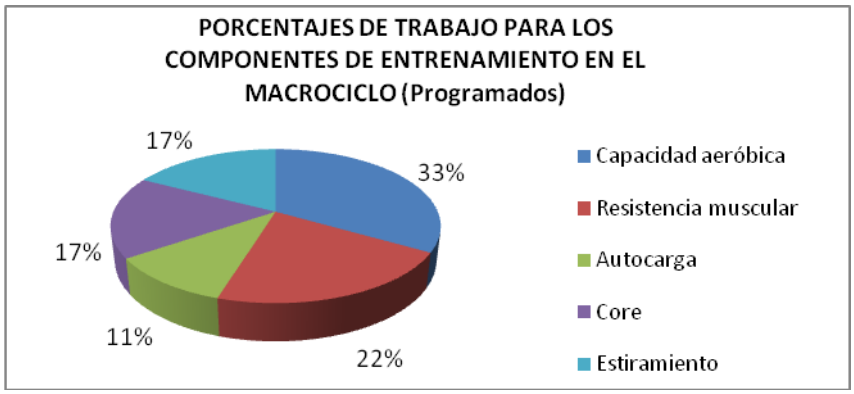
Gráfica 3



La planificación del entrenamiento se hizo a través de un macrociclo en el cual fueron distribuidos los diferentes componentes del entrenamiento por porcentajes; dichos porcentajes representan el trabajo programado por cada componente del total de trabajo programado en el macrociclo.

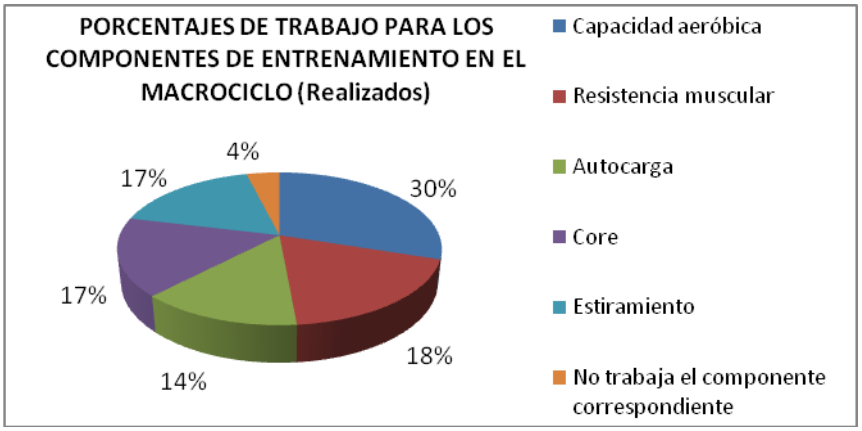
En orden descendente de acuerdo con la cantidad de trabajo programada se encuentran el componente de capacidad aeróbica con 33%, resistencia muscular con 22%, core y estiramiento con 17% cada uno y autocarga con 11% (Gráfica 4).

Gráfica 4



Al finalizar el protocolo de entrenamiento el porcentaje realizado de cada componente, del total de trabajo realizado en el macrociclo, fue muy similar al porcentaje programado. Las variaciones en los porcentajes se deben a que hubo sesiones en las cuales el sujeto asistió pero no realizó el trabajo de todos los componentes programados para la fecha (Gráfica 5).

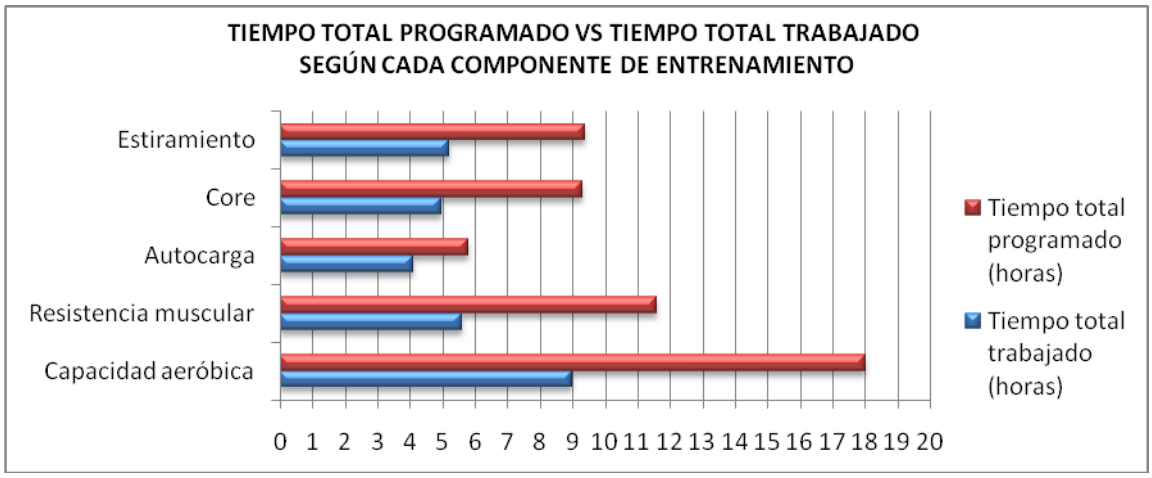
Gráfica 5



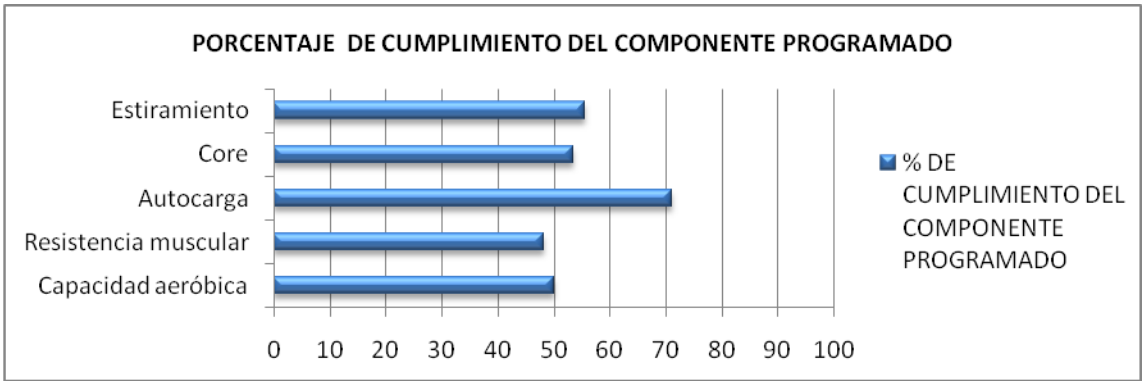
En cuanto al cumplimiento del tiempo para cada componente, las mayores diferencias entre el tiempo total programado y el tiempo total trabajado se encuentran en los componentes de capacidad aeróbica y resistencia muscular cuyo cumplimiento fue menor al 50%; seguido de core y estiramiento en los que el sujeto cumple con menos del 60% de lo programado y finalmente autocarga con poco más del 70% del cumplimiento. Tales diferencias entre lo programado y lo

realizado se deben principalmente a que el sujeto abandonó el estudio en el microciclo 8 por problemas de salud. (Gráficas 6 y 7).

Gráfica 6



Gráfica 7



Capacidad aeróbica

La prescripción de la intensidad para el entrenamiento de la capacidad aeróbica se realizó con la escala de esfuerzo percibido de Borg entre los niveles 12 – 16, este método ha sido recomendado por por el Colegio Americano de Medicina del Deportiva y la Asociación Americana del Corazón cuando el nivel de lesión medular es T1 o uno superior..

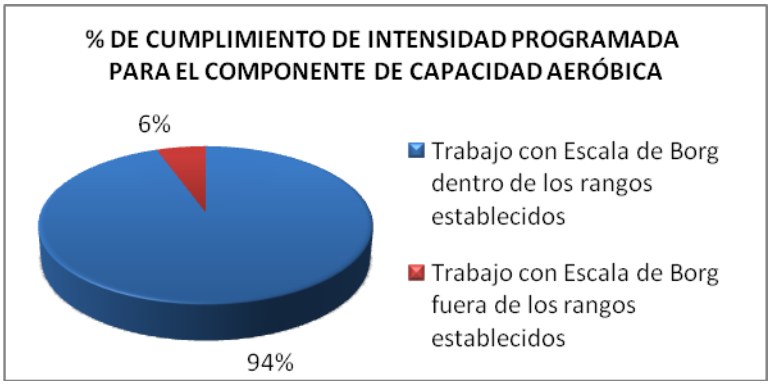
Para la planificación se establecieron 3 zonas de intensidad, la zona 1 corresponde a un nivel inferior al aeróbico por lo cual fue usada como zona de recuperación solo en la etapa de adaptación, durante esta zona la persona no detuvo el ejercicio sino que disminuyó la intensidad para descansar y continuar

posteriormente con una zona de intensidad mayor; la zona 2 y 3 corresponden a una intensidad de trabajo aeróbica de intensidad moderada y vigorosa respectivamente, durante la etapa de adaptación el tiempo realizado de ejercicio aeróbico se alterno entre la zona 1 y 2. La zona 3 fue incluida desde la etapa de mejoramiento y el tiempo de ejercicio realizado con esta intensidad aumentó progresivamente hasta la etapa de mantenimiento, mientras que el tiempo de ejercicio con una intensidad ubicada en la zona 2 fue disminuyendo progresivamente hasta casi desaparecer en la etapa de mantenimiento.

Zona 1	10 – 11 esfuerzo percibido según Borg	Recuperación
Zona 2	12 – 13 esfuerzo percibido según Borg	Aeróbico
Zona 3	14 – 16 esfuerzo percibido según Borg	Aeróbico

Durante el entrenamiento se le dio al sujeto una programación por zonas de los 30 minutos de ejercicio aeróbico y se pidió al sujeto que dijera al terapeuta el nivel de esfuerzo percibido para controlar la intensidad, para ello la escala de Borg estuvo todo el tiempo visible. Según los registros de las intensidades tomados en cada sesión de entrenamiento, en un 94% de las sesiones en que se trabajó capacidad aeróbica el sujeto mantuvo los valores de la escala de Borg dentro de los rangos establecidos, lo cual indica que la mayor parte del entrenamiento el sujeto cumplió con las intensidades programadas (Gráfica 8).

Gráfica 8

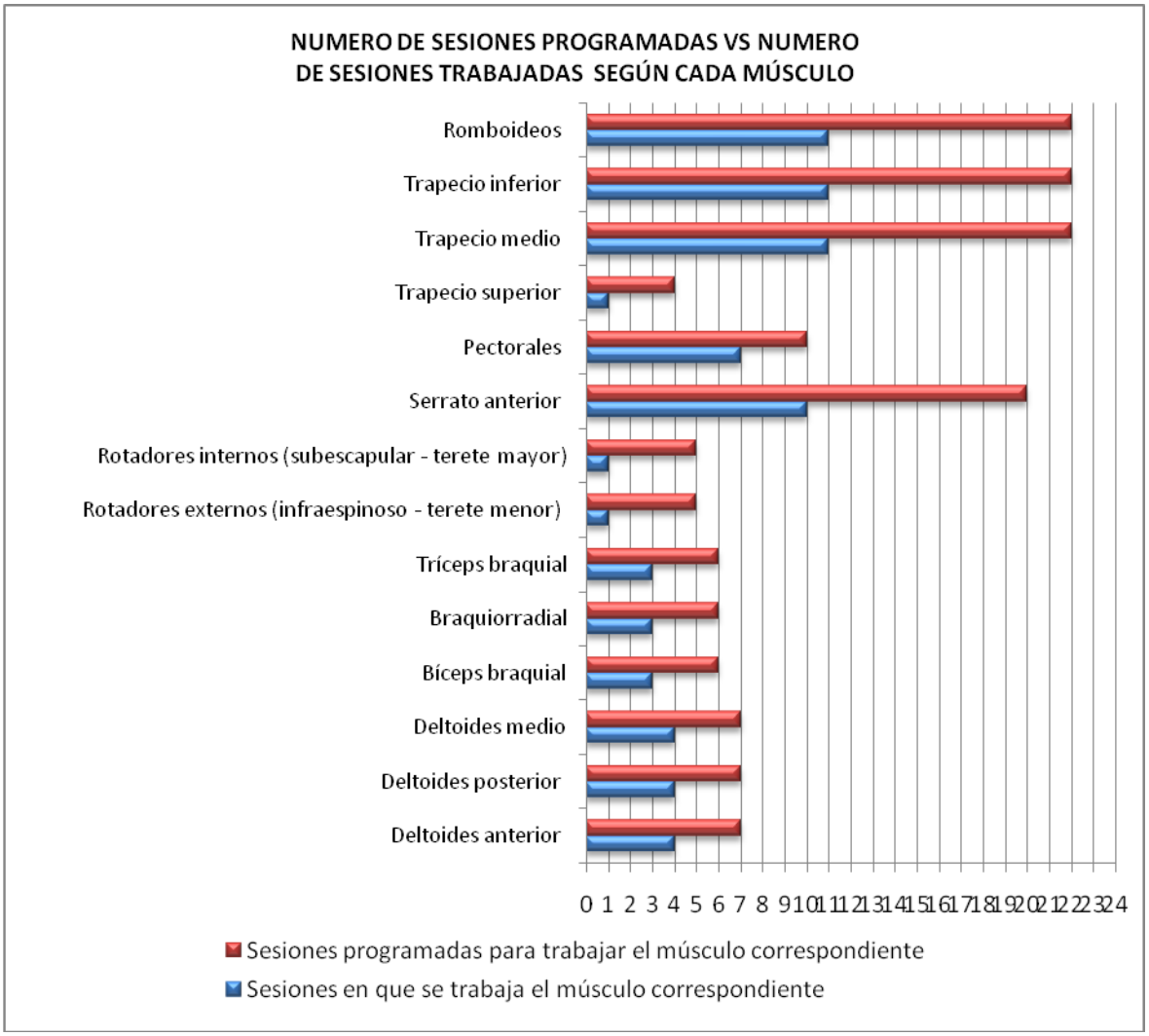


Resistencia muscular

Durante el protocolo de entrenamiento se trabajaron diversos grupos musculares o músculos individuales pertenecientes a los miembros superiores, el complejo del

hombro y la zona interescapular; para la programación del trabajo con pesas se hizo énfasis en los músculos cuyas evaluaciones iniciales mostraron debilidad, encontrándose que a lo largo del macrociclo se programaron principalmente romboideos, trapecio inferior, trapecio medio y serrato anterior, le siguen en orden de mayor a menor cantidad de sesiones programadas pectorales, deltoides, bíceps braquial, braquiorradial y tríceps braquial, rotadores internos y externos y por último el músculo programado en menos sesiones fue el trapecio superior. En cuanto a las sesiones trabajadas existen diferencias respecto a las programadas, las cuales tienen lugar en las inasistencias del sujeto (Gráfica 9).

Gráfica 9



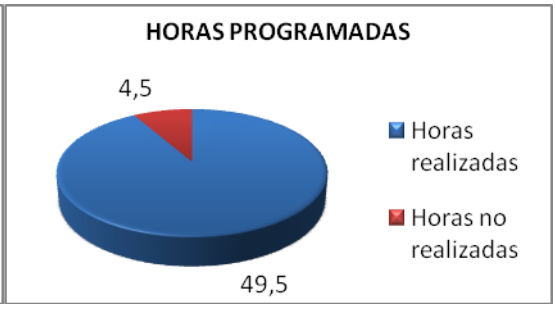
CASO 3

En términos de cumplimiento del protocolo el sujeto realizó el 92% de las sesiones programadas, las cuales fueron equivalentes a 49,5 horas de entrenamiento; el 8% restante corresponde a inasistencias cuyas causas principales fueron competencias deportivas programadas en horarios de entrenamiento y dificultades con los escenarios (Gráficas 1 y 2); tales inasistencias tuvieron lugar en los microciclos 8 y 9 del protocolo de entrenamiento (Gráfica 3).

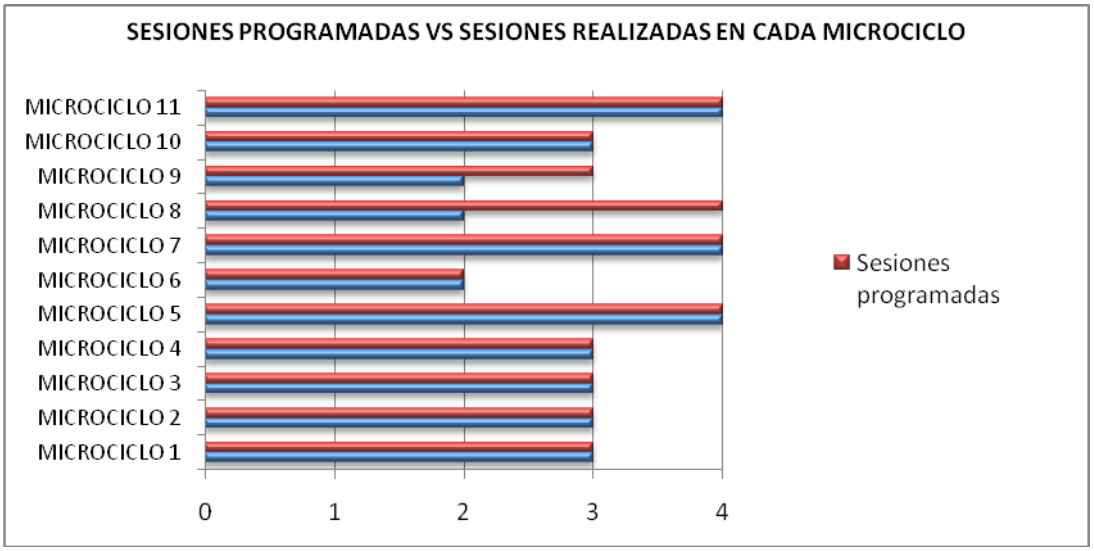
Gráfica 1



Gráfica 2



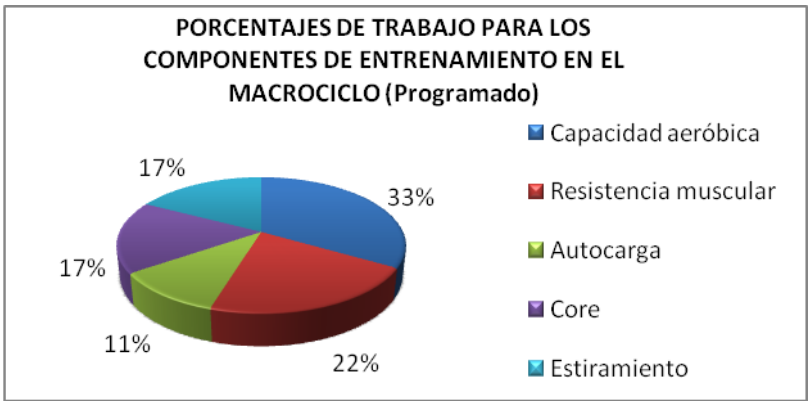
Gráfica 3



La planificación del entrenamiento se hizo a través de un macrociclo en el cual fueron distribuidos los diferentes componentes del entrenamiento por porcentajes; dichos porcentajes representan el trabajo programado por cada componente del total de trabajo programado en el macrociclo.

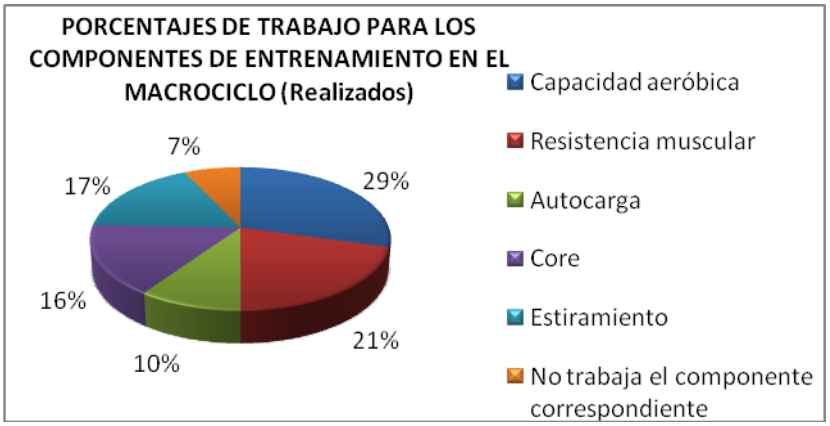
En orden descendente de acuerdo con la cantidad de trabajo programada se encuentran el componente de capacidad aeróbica con 33%, resistencia muscular con 22%, core y estiramiento con 17% cada uno y autocarga con 11% (Gráfica 4).

Gráfica 4



Al finalizar el protocolo de entrenamiento el porcentaje realizado de cada componente, del total de trabajo realizado en el macrociclo, fue muy similar al porcentaje programado. Las variaciones en los porcentajes se deben a que hubo sesiones en las cuales el sujeto asistió pero no realizó el trabajo de todos los componentes programados para la fecha (Gráfica 5).

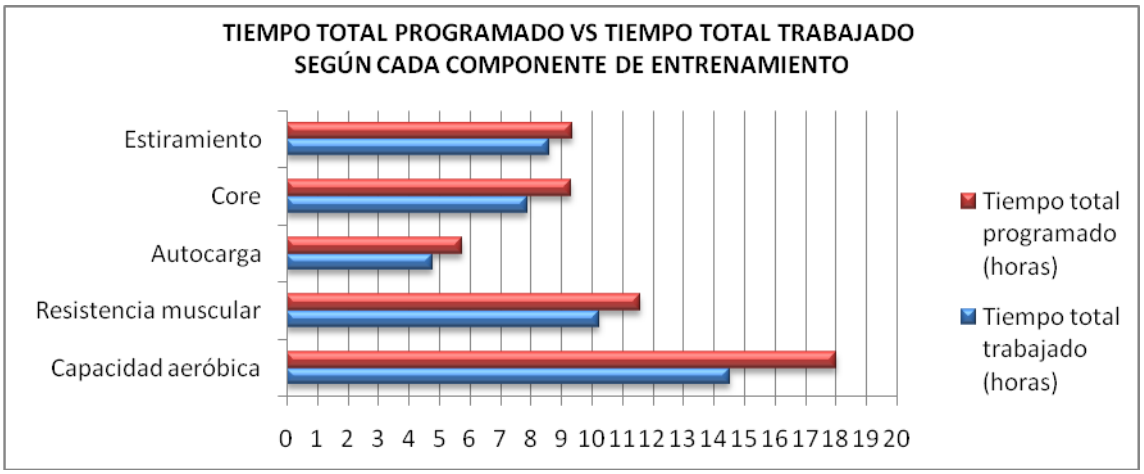
Gráfica 5



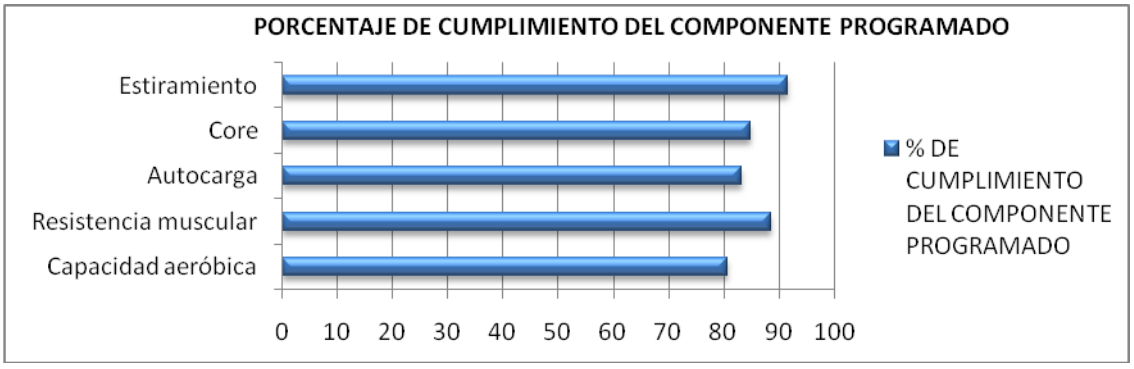
En cuanto al cumplimiento del tiempo para cada componente, las diferencias entre el tiempo total programado y el tiempo total trabajado para resistencia muscular, autocarga, core y estiramiento son mínimas, cumpliendo con mas del 80% y se explican en las inasistencias del sujeto; por su parte en el componente de capacidad aeróbica se observa una diferencia mayor ya que el sujeto cumplió con

menos del 80% del tiempo programado, lo cual se debe a las inasistencias sumadas a los días en que se realizó evaluación con la prueba de Cooper modificada ya que después de la aplicación del test se hizo entrenamiento pero no incluía este componente (Gráficas 6 y 7).

Gráfica 6



Gráfica 7



Capacidad aeróbica

La prescripción de la intensidad para el entrenamiento de la capacidad aeróbica se realizó con el método de frecuencia cardiaca máxima.

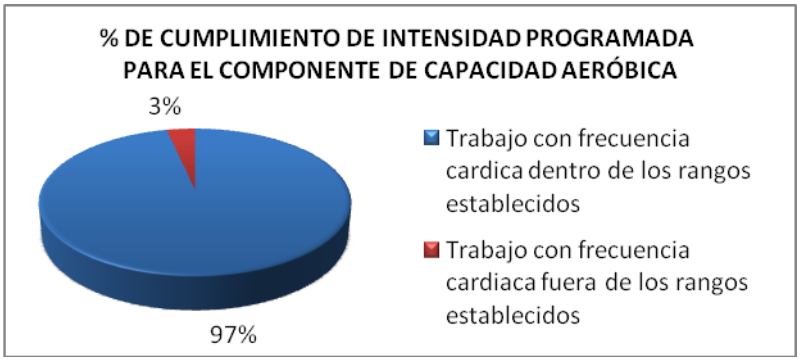
Para la planificación se establecieron 3 zonas de intensidad, la zona 1 corresponde a un nivel inferior al aeróbico por lo cual fue usada como zona de recuperación solo en la etapa de adaptación, durante esta zona la persona no detuvo el ejercicio sino que disminuyó la intensidad para descansar y continuar posteriormente con una zona de intensidad mayor; la zona 2 y 3 corresponden a una intensidad de trabajo aeróbica de intensidad moderada y vigorosa respectivamente, durante la etapa de adaptación el tiempo realizado de ejercicio

aeróbico se alternó entre la zona 1 y 2. La zona 3 fue incluida desde la etapa de mejoramiento y el tiempo de ejercicio realizado con esta intensidad aumentó progresivamente hasta la etapa de mantenimiento, mientras que el tiempo de ejercicio con una intensidad ubicada en la zona 2 fue disminuyendo progresivamente hasta casi desaparecer en la etapa de mantenimiento.

Zona 1	40 – 55 % de la frecuencia cardíaca máxima	Recuperación
Zona 2	56 – 65 % de la frecuencia cardíaca máxima	Aeróbico
Zona 3	65 – 75 % de la frecuencia cardíaca máxima	Aeróbico

Durante el entrenamiento se le dio al sujeto una programación por zonas distribuidas en los 30 minutos de ejercicio aeróbico y se controló la intensidad observando la frecuencia cardiaca registrada por el monitor Polar FT7 durante todo el entrenamiento .Según los registros de las intensidades tomados en cada sesión de entrenamiento, en un 97% de las sesiones en que se trabajó capacidad aeróbica el sujeto mantuvo los valores de la frecuencia cardiaca dentro de los rangos establecidos, lo cual indica que la mayor parte del entrenamiento el sujeto cumple con las intensidades programadas para el entrenamiento aeróbico (Gráfica 8).

Gráfica 8

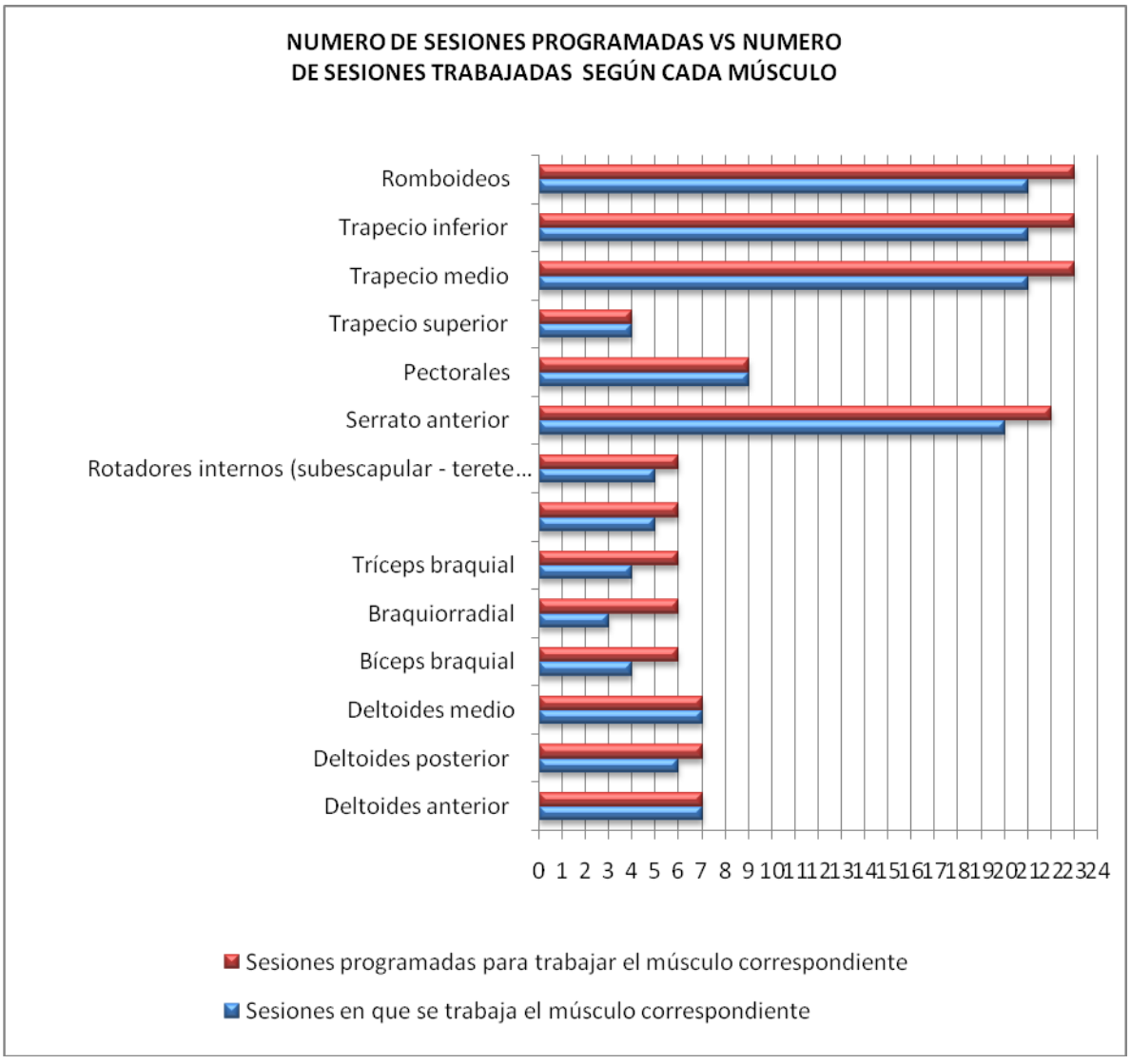


Resistencia muscular

Durante el protocolo de entrenamiento se trabajaron diversos grupos musculares o músculos individuales pertenecientes a los miembros superiores, el complejo del hombro y la zona interescapular; para la programación del trabajo con pesas se hizo énfasis en los músculos cuyas evaluaciones iniciales mostraron debilidad, encontrándose que a lo largo del macrociclo se programaron principalmente

romboideos, trapecio inferior, trapecio medio y serrato anterior, le siguen en orden de mayor a menor cantidad de sesiones programadas pectorales, deltoides, bíceps braquial, braquiorradial, tríceps braquial, rotadores internos y externos y por último el músculo programado en menos sesiones fue el trapecio superior. En cuanto a las sesiones trabajadas existen diferencias respecto a las programadas, las cuales tienen lugar en las inasistencias del sujeto (Gráfica 9).

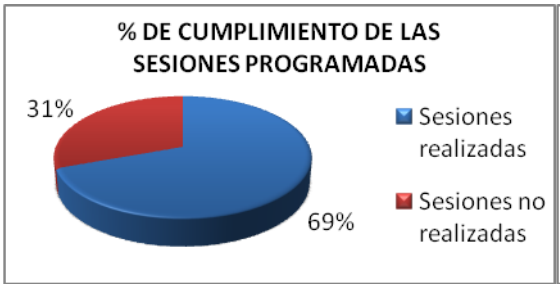
Gráfica 9



CASO 4

En términos de cumplimiento del protocolo el sujeto realizó el 69% de las sesiones programadas, las cuales fueron equivalentes a 37,5 horas de entrenamiento; el 31% restante corresponde a inasistencias cuyas causas principales fueron problemas de salud, competencias deportivas programadas en horarios de entrenamiento y dificultades con los escenarios (Gráficas 1 y 2); tales inasistencias tuvieron lugar en los microciclos 6, 8, 9 y 11 del protocolo de entrenamiento, en el 6 y 11 no realiza ninguna sesión (Gráfica 3).

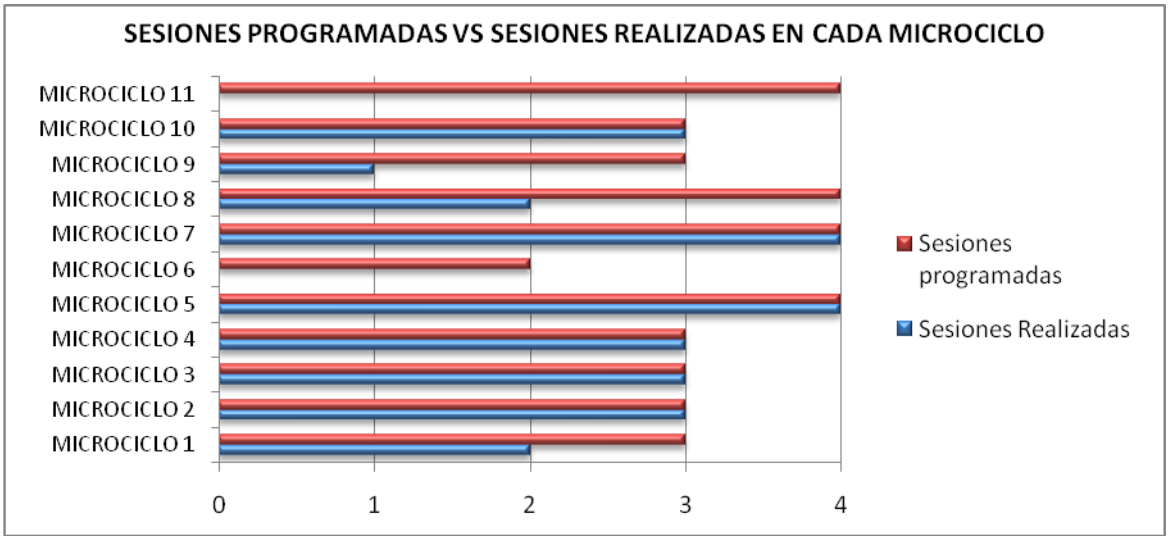
Gráfica 1



Gráfica 2



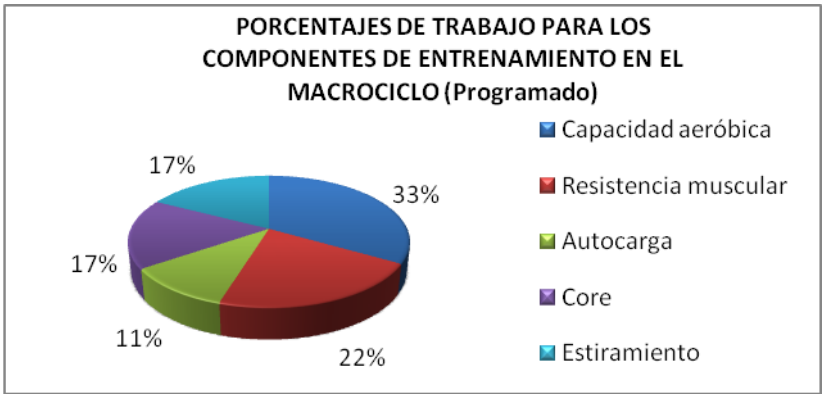
Gráfica 3



La planificación del entrenamiento se hizo a través de un macrociclo en el cual fueron distribuidos los diferentes componentes del entrenamiento por porcentajes; dichos porcentajes representan el trabajo programado por cada componente del total de trabajo programado en el macrociclo.

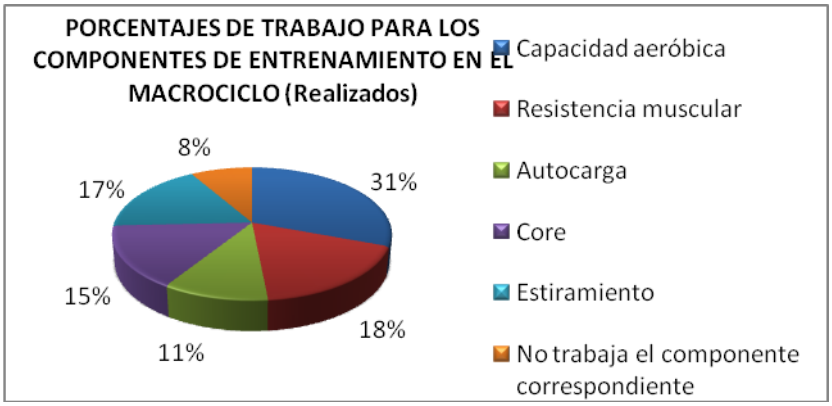
En orden descendente de acuerdo con la cantidad de trabajo programada se encuentran el componente de capacidad aeróbica con 33%, resistencia muscular con 22%, core y estiramiento con 17% cada uno y autocarga con 11% (Gráfica 4).

Gráfica 4



Al finalizar el protocolo de entrenamiento el porcentaje realizado de cada componente, del total de trabajo realizado en el macrociclo, fue muy similar al porcentaje programado. Las variaciones en los porcentajes se deben a que hubo sesiones en las cuales el sujeto asistió pero no realizó el trabajo de todos los componentes programados para la fecha (Gráfica 5).

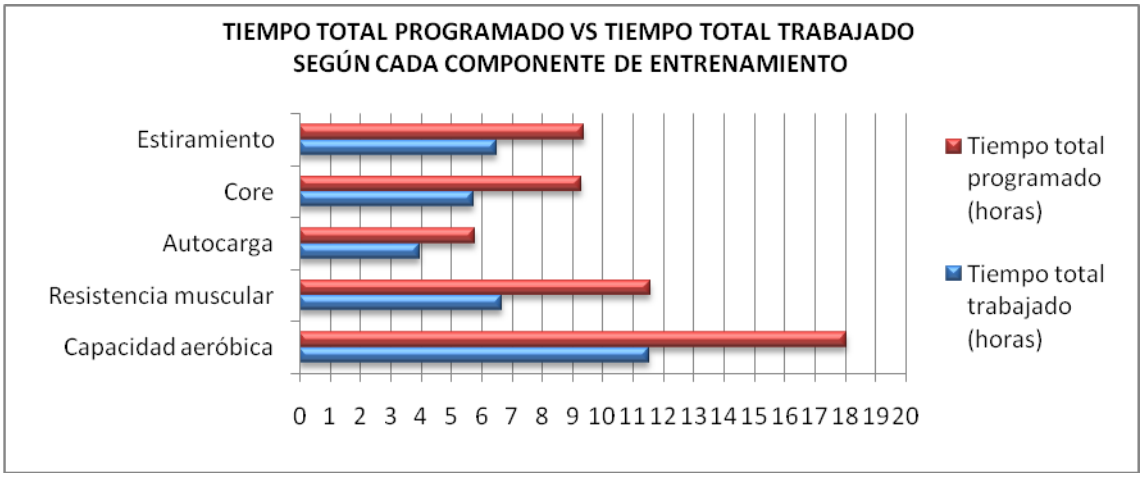
Gráfica 5



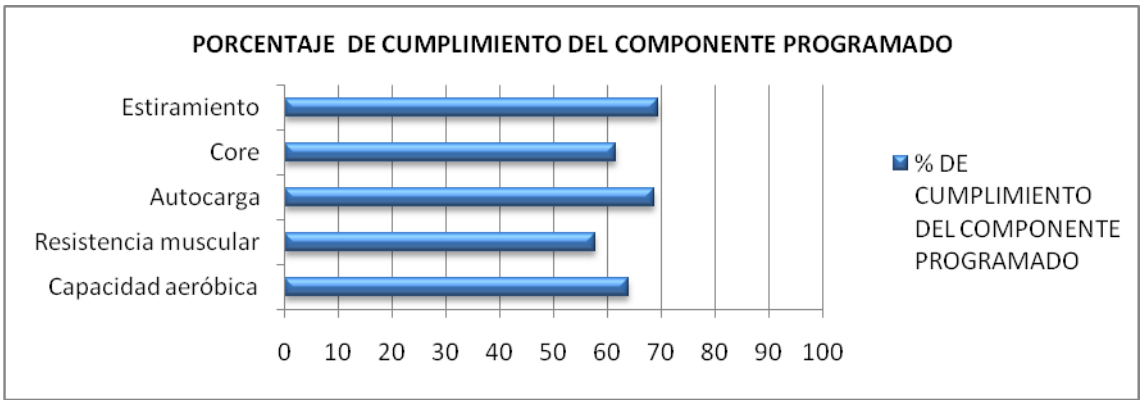
En cuanto al cumplimiento del tiempo para cada componente, la mayor diferencia entre el tiempo total programado y el tiempo total trabajado se encuentra en el componente de resistencia muscular cuyo cumplimiento fue menor al 60%; seguido de core y capacidad aeróbica en los que el sujeto cumple con poco mas del 60% de lo programado y finalmente estiramiento y autocarga con valores

aproximados al 70% del cumplimiento. Tales diferencias entre lo programado y lo realizado se deben principalmente a las inasistencias del sujeto (Gráficas 6 y 7).

Gráfica 6



Gráfica 7



Capacidad aeróbica

La prescripción de la intensidad para el entrenamiento de la capacidad aeróbica se realizó con el método de frecuencia cardiaca máxima.

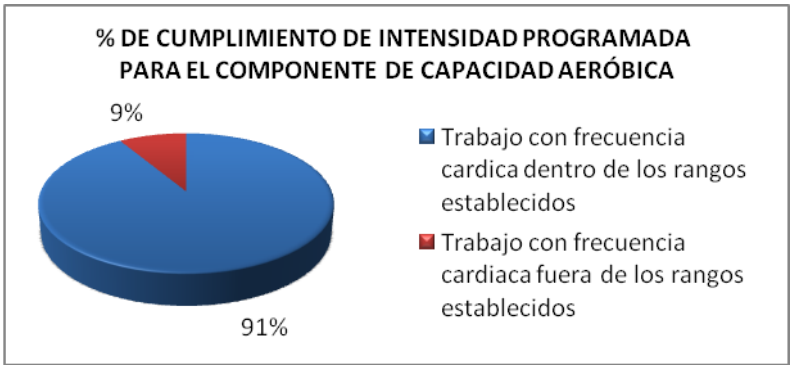
Para la planificación se establecieron 3 zonas de intensidad, la zona 1 corresponde a un nivel inferior al aeróbico por lo cual fue usada como zona de recuperación solo en la etapa de adaptación, durante esta zona la persona no detuvo el ejercicio sino que disminuyó la intensidad para descansar y continuar posteriormente con una zona de intensidad mayor; la zona 2 y 3 corresponden a una intensidad de trabajo aeróbica de intensidad moderada y vigorosa respectivamente, durante la etapa de adaptación el tiempo realizado de ejercicio

aeróbico se alternó entre la zona 1 y 2. La zona 3 fue incluida desde la etapa de mejoramiento y el tiempo de ejercicio realizado con esta intensidad aumentó progresivamente hasta la etapa de mantenimiento, mientras que el tiempo de ejercicio con una intensidad ubicada en la zona 2 fue disminuyendo progresivamente hasta casi desaparecer en la etapa de mantenimiento.

Zona 1	40 – 55 % de la frecuencia cardíaca máxima	Recuperación
Zona 2	56 – 65 % de la frecuencia cardíaca máxima	Aeróbico
Zona 3	65 – 75 % de la frecuencia cardíaca máxima	Aeróbico

Durante el entrenamiento se le dio al sujeto una programación por zonas distribuidas en los 30 minutos de ejercicio aeróbico y se controló la intensidad observando la frecuencia cardiaca registrada por el monitor Polar FT7 durante todo el entrenamiento .Segúnlos registros de las intensidades tomados en cada sesión de entrenamiento, en un 91% de las sesiones en que se trabajó capacidad aeróbica el sujeto mantuvo los valores de la frecuencia cardiaca dentro de los rangos establecidos, lo cual indica que la mayor parte del entrenamiento el sujeto cumple con las intensidades programadas para el entrenamiento aeróbico(Gráfica 8).

Gráfica 8

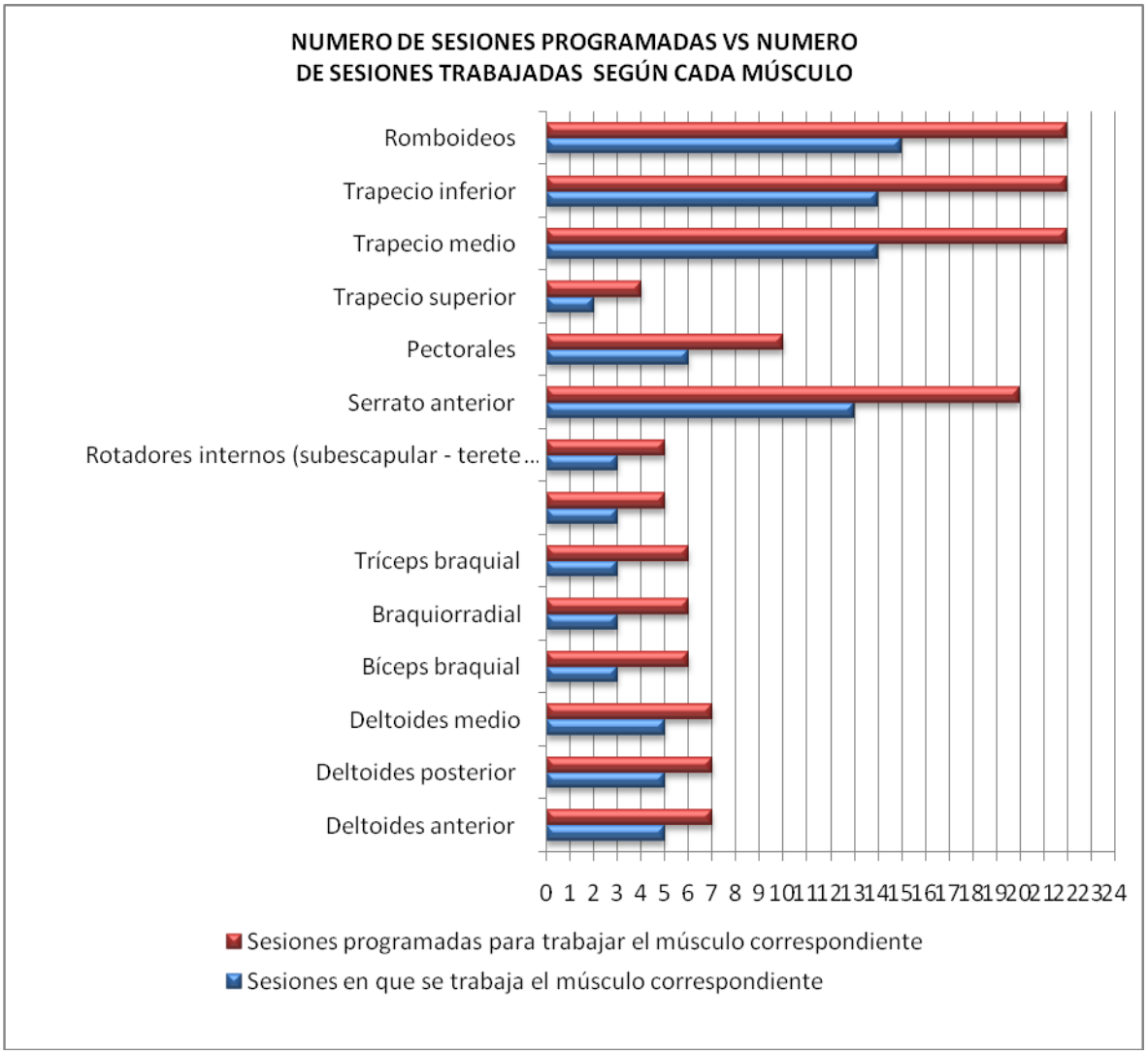


Resistencia muscular

Durante el protocolo de entrenamiento se trabajaron diversos grupos musculares o músculos individuales pertenecientes a los miembros superiores, el complejo del hombro y la zona interescapular; para la programación del trabajo con pesas se hizo énfasis en los músculos cuyas evaluaciones iniciales mostraron debilidad, encontrándose que a lo largo del macrociclo se programaron principalmente

romboideos, trapecio inferior, trapecio medio y serrato anterior, le siguen en orden de mayor a menor cantidad de sesiones programadas pectorales, deltoides, bíceps braquial, braquiorradial y tríceps braquial, rotadores internos y externos y por último el músculo programado en menos sesiones fue el trapecio superior. En cuanto a las sesiones trabajadas existen diferencias respecto a las programadas, las cuales tienen lugar en las inasistencias del sujeto (Gráfica 9).

Gráfica 9



ANEXO L

CRONOGRAMA

CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA QUE SE PRESENTAN EN LOS PACIENTES CON TRAUMA RAQUIMEDULAR QUE ASISTEN A UN CENTRO DE REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA DE LA CIUDAD DE CALI TRAS LA APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO AERÓBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR												
FASE	***PROCESO ESPECIFICO***	***AÑO 2011***					***AÑO 2012***					
		AGO	***SEP***	***OCT***	***NOV***	***DIC***	***ENE***	***FEB***	***MAR***	***ABR***	***MAY***	***JUN***
FASE I	Gestión lugar											
	Presentación comité de ética											
FASE II	Diseño y ajuste de instrumentos											
FASE III	Selección de la muestra											
FASE IV	Evaluación capacidad aeróbica, fuerza muscular calidad de vida											
	Aplicación de protocolo de ejercicio físico											
FASE V	Análisis de resultados											
	Entrega tutores											
	Entrega dirección de programa académico											

ANEXO M

PRESUPUESTO

Presupuesto global del Proyecto por fuentes de financiación									
Rubros	**Nombre**	**Función**	**Semanas**	**Horas/ semana o Cantidad**	**valor unitario**	**Fuentes**			**TOTAL**
						fuente 1	**fuente 2**	**fuente 3**	
						Recursos propios	Institución	Universidad del Valle	
Personal	Marysol Valencia	estudiante	14	16	$ 4.125	$ 231.000			$ 231.000
	David Lopez	estudiante	14	16	$ 4.125	$ 231.000			$ 231.000
	Jessica Bello	estudiante	14	16	$ 4.125	$ 231.000			$ 231.000
	Gloria P. Arango	asesor	14	4	$ 25000			$ 1.400.000	$ 1.400.000
	Evaluador	asesor	9	3	$ 6.500		$ 175.500		$ 175.500
Materiales y Suministros	Encuesta sociodemografica			3	$ 100	$ 300			$ 300
	Formato de recoleccion de datos de HC			3	$ 200	$ 600			$ 600
	Encuesta SF 36			27	$ 200	$ 5.400			$ 5.400
	Escala de Borg			27	$ 50	$ 1.350			$ 1.350
	Resma de papel			1	$ 10.000	$ 10.000			$ 10.000
	Memorias USB			3	$ 25.000	$ 75.000			$ 75.000
	Lapiceros			3	$ 1.000	$ 3.000			$ 3.000
	Impresiones - cartuchos			2	$ 20.000	$ 40.000			$ 40.000
Equipos	Pulsoximetro			1	$ 150.000	$ 150.000			$ 150.000
	Reloj polar			3	$ 339.000		$ 1.017.000		$ 1.017.000
	Kit tensiómetro y fonendoscopio			3	$ 50.000	$ 150.000			$ 150.000
	Ergómetros			3	$ 280.000		$ 840.000		$ 840.000
	Cronometro			3	$	$			$

				10.000	30.000			30.000
	Silla de ruedas		1	$ 500.000		$ 500.000		$ 500.000
Alimentación	Refrigerios para los días de evaluación		81	$ 1.500	$ 121.500			$ 109.500
Transporte	Salidas de campo para evaluación de los sujetos (valor taxis)	9	3	$ 14.000	$ 378.000			$ 378.000
	TOTAL				$ 1.523.150	$ 2.532.500	$ 1.400.000	$ 5.455.650
Imprevistos	6%				$ 327339			$ 327.339
	GRAN TOTAL				$ 1.850.489	$ 2.532.500	$ 1.400.000	$ 5.782.989

ANEXO N

ACTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana
Facultad de Salud

Universidad del Valle

ACTA DE APROBACIÓN N° 020-011

Proyecto: **CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA QUE SE PRESENTAN EN LOS PACIENTES CON TRAUMA RAQUIMEDULAR QUE ASISTEN A UN CENTRO DE REHABILITACION NEUROLOGICA DE LA CIUDAD DE CALI TRAS LA APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO AEROBICO Y DE RESISTENCIA MUSCULAR**

Sometido por: **GLORIA PATRICIA ARANGO/NASLY LORENA HERNANDEZ/JESSICA ANDREA BELLO/DAVID ELIECER LOPEZ/MARYSOL VALENCIA**

Código Interno: **198-011** **Fecha en que fue sometido:** **13** **10** **2011**

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (**CIREH**), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité **certifica que**:

1. Sus miembros revisaron los siguientes **documentos** del presente proyecto:

[X]	Resumen del proyecto	[X]	Protocolo de investigación
[x]	Formato de consentimiento informado	[X]	Instrumento de recolección de datos
[ ]	Folleto del investigador (si aplica)	[X]	Cartas de las instituciones participantes
[ ]	Resultados de evaluación por otros comités (si aplica)		

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité:
3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente **Clasificación de Riesgo:**

[ ] SIN RIESGO [ ] RIESGO MÍNIMO [X] RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las **medidas** que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.
5. La forma de obtener el **consentimiento** informado de los participantes en el estudio es adecuada.
6. Este proyecto será **revisado nuevamente** en la próxima reunión plenaria del Comité, sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.
7. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales:
   a. Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
   b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.
8. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:
   a. Lesiones a sujetos humanos.

Calle 4B 36 -00 edificio Decanato Teléfono: 5185677 email: eticasalud@univalle.edu.co

Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.

b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por el Comité.

9. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de **1 año** a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
10. El **investigador principal deberá** informar al Comité:
    a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
    b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
    c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo 1).
    d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
    e. cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
    f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
    g. El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma: Laura E. Piedrahita S. Fecha: 30 11 2011

Nombre: LAURA E. PIEDRAHITA S.

Capacidad representativa: PRESIDENTA Teléfono: 5185677

CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma: _____ Fecha: 30 11 2011

Nombre: HERNAN J. PIMIENTA J.

Capacidad representativa: VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD Teléfono: 5185680