UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

PAOLA ERRERA MAGNANI

**Comparação do desempenho funcional e padrão de ativação
muscular de tronco entre indivíduos paraplégicos fisicamente
ativos e sedentários**

VERSÃO CORRIGIDA

Ribeirão Preto

2015

PAOLA ERRERA MAGNANI

Comparação do desempenho funcional e padrão de ativação muscular de tronco entre indivíduos paraplégicos fisicamente ativos e sedentários

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Reabilitação e Ciência da Saúde.

Programa de Pós-graduação em Reabilitação e desempenho Funcional

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho De Abreu

Colaborador: Prof. Dr. Alberto Cliquet Jr.

VERSÃO CORRIGIDA

2015

Ribeirão Preto - SP

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Magnani, Paola Errera.

Comparação do desempenho funcional e padrão de ativação muscular de tronco entre indivíduos paraplégicos fisicamente ativos e sedentários/ Paola Errera Magnani ; orientadora Daniela Cristina Carvalho de Abreu. – Ribeirão Preto, 2015. f.:81.

Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2015.

1. Fisioterapia. 2. Eletromiografia de Tronco. 3. Controle Postural. 4. Esporte Adaptado. 5. Lesão medular I. de Abreu, Daniela Cristina Carvalho.

Dedicatória

À minha família, que com seu amor, carinho, confiança, paciência e apoio me deram a força necessária para realizar mais um sonho e concretizar mais um projeto da minha vida.

Amo vocês.

Agradecimento

À professora Dra. DANIELA CRISTINA CARVALHO DE ABREU que confiou na minha competência e sempre me incentivou e me ajudou em todas as fases desse trabalho.

Ao professor Dr. Alberto Cliquet Junior que me recebeu em seu laboratório e me incentivou na realização desse trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

As colegas do Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor Letícia, Karina, Eliza, Janaina, Núbia e aos meus colegas do Laboratório de Avaliação e Reabilitação do equilíbrio, que me ajudaram durante a realização do trabalho.

A minha amiga Denise Mayumi Tanaka pelo apoio e ajuda tanto no trabalho quanto nos momentos difíceis.

Ao meu irmão Lucas Errera Magnani, e meus pais Pedro Sérgio Magnani e Maria Luzia Errera Magnani, que me ajudaram em diversas etapas deste trabalho de acordo com a habilidade de cada um deles e me deram suporte familiar e psicológico para não desistir dos meus objetivos.

A todos os pacientes e acompanhantes que aceitaram participar desse trabalho e não mediram esforços para que tudo desse certo.

A todos que participaram direta e indiretamente na realização deste trabalho e que me apoiaram e me incentivaram neste projeto da minha vida.

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

Resumo

A lesão medular tem como consequência a perda ou diminuição da mobilidade e sensibilidade abaixo do nível da lesão. Essa perda traz inúmeras sequelas e muitas delas podem ser minimizadas com a atividade física. O objetivo do estudo foi avaliar a independência funcional e o controle de tronco durante a atividade de alcance anterior e lateral em indivíduos com paraplegia fisicamente ativos e sedentários. Indivíduos com lesão medular foram divididos em: sedentário (LMS, n=10) e fisicamente ativos (LMFA, n=10). O grupo controle (C), sem lesão medular, foi constituído por 10 indivíduos. Para os grupos com lesão medular, foram obtidas medidas antropométricas, realizado o exame neurológico para identificação do nível e tipo de lesão, utilizando o protocolo da ASIA (American Spinal Injury Association) e o questionário de medida de independência funcional (MIF). Para a tarefa de alcance e preensão, o participante foi instruído a trazer o objeto até o colo, utilizando as duas mãos quando o objeto estava localizado anteriormente e com a mão direita quando o objeto estava na lateral, sem poder auxiliar com a mão esquerda nessa tarefa. Foi avaliada a ativação muscular concomitante as tarefas de alcance e preensão anterior e lateral por meio da eletromiografia de superfície dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal, multífidus, bilateralmente. Análise estatística foi realizada pelos testes *t de student para amostras independentes* e teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney* comparações entre as médias do questionário MIF. Para comparação das médias de ativação eletromiográfica utilizamos o de Variância (ANOVA oneway) e quando necessário, testes univariados e testes *post hoc* com ajustes de Bonferroni foram aplicados. O padrão do comportamento muscular foi analisado considerando as séries temporais formadas pelos valores representativos do sinal EMG obtidos a cada 5% do tempo. O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi de 5% ($p \leq 0.05$), com resultados expressos em média e desvio padrão. Resultados: Diferenças significativas entre os grupos LMFA e LMS foram identificadas nos domínios de autocuidado, transferências e MIF total, sendo que o grupo LMFA apresentou melhor pontuação. Já nos alcances só foram encontradas diferenças significativas entre indivíduos com e sem lesão, sendo que o controle apresentou maior alcance do que indivíduos com lesão medular. Análises de Variância (Anovas) indicaram que os músculos avaliados apresentaram ativação diferente nas atividades de alcance, notou-se um padrão de ativação muscular

diferente para os grupos com lesão quando comparados com o grupo controle, já que na maioria das tarefas o grupo controle ativou significativamente mais os músculos longuíssimo do dorso e ambos os grupos com lesão ativaram mais os músculos iliocostais. Conclusão: Estes resultados indicam que o esporte após a lesão medular traz benefícios na independência funcional, principalmente relacionados a tarefas motoras. Além disso mostra um padrão de ativação muscular de tronco de indivíduos com lesão medular diferentes do padrão de ativação do grupo controle, durante tarefas de alcance para frente e para a lateral. Estudos futuros com um número amostral maior e com maior número de músculos avaliados são necessários para avaliar as estratégias usadas por esses indivíduos e assim guiar um treinamento específico, afim de melhorar o controle postural, equilíbrio, função e promover melhor qualidade de movimento.

Palavras-chave: Traumatismo raquimedular, músculos posturais, eletromiografia de superfície, atletas.

ABSTRACT

Spinal cord injury results in loss or decrease of mobility and sensibility below the lesion level. This loss brings numberless sequels and many of them can be minimised with physical activities. The objective of the present study was to assess the functional independence and trunk control during anterior- and lateral- reaching tasks in physically-active and sedentary paraplegic individuals. The subjects were divided into sedentary (SSCI, $n = 10$) and physically active (ASCI, $n = 10$) groups. Control group (C) consisted of 10 individuals without spinal cord injury. Anthropometric measures were obtained from the groups of spinal cord injured individuals before neurological examination for identification of lesion level and type by using ASIA protocol (American Spinal Injury Association) and functional independence measurement (FIM) questionnaire. For the reaching and grasping tasks, the subject was instructed to carry the object in the arms by using both hands when the object was anteriorly located and by using the right hand when the object was on the side, but without using the left hand. Muscle activation was concomitantly assessed during the anterior- and lateral-reaching and grasping tasks by performing surface electromyography of dorsal longissimus, iliocostalis, and multifidus muscles bilaterally. Statistical analysis was carried out by using Student t-test for independent samples and Wilcoxon-Mann-Whitney's test for comparisons between the mean FIM scores. One-way ANOVA was used for comparison of the mean values of electromyographic activation values and, whenever necessary, univariate and Bonferroni's post-hoc tests were applied. The pattern of muscular behaviour was analysed considering the time-series formed by representative values of EMG signals obtained every 5 percent of time. Significance level for rejection of null hypothesis was set at 5% ($p \leq 0.05$), with the results being expressed in mean and standard deviation. **Results:** Significant differences were found between ASCI and SSCI groups regarding self-care, transfers and total FIM score, with active subjects having higher score. As for the reaching tasks, only significant differences were found between spinal cord injured individuals and control subjects, with the latter presenting wider reach than the former. Analyses of variance (ANOVA) indicated that the muscles evaluated showed different activation in the reaching tasks as different patterns of muscle activation were observed in the groups of paraplegic individuals

compared to the control group. This happened because the majority of the control subjects activated significantly more the dorsal longissimus muscles, whereas the paraplegic subjects of both experimental groups activated the iliocostalis muscles.

Conclusion: These results indicate that sport activity has beneficial effects on functional independence of spinal cord injured individuals, mainly regarding motor tasks. In addition, one can note a different pattern of muscle activation in the trunk of paraplegic individuals compared to control subjects during performance of anterior- and- lateral reaching tasks. Further studies with greater sample size and higher number of muscles are necessary to assess the strategies used by paraplegic individuals, thus allowing a guiding training to be specifically developed to improve postural control, balance, function, and quality of movement.

Key-words: Spinal cord trauma, postural muscles, surface electromyography, athletes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática do desenho experimental do estudo	28
Figura 2. Figura correspondente ao teste de alcance máximo anterior. A) posição inicial do teste, sendo que a linha azul corresponde a fita métrica; B) posição final do teste	32
Figura 3. Ilustração do teste de alcance lateral para a direita	32
Figura 4. Objeto utilizado para as tarefas de alcance e preensão	33
Figura 5. Sequência do movimento no teste de alcance anterior e preensão palmar.	33
Figura 6. Sequência do teste de alcance lateral com preensão palmar	34
Figura 7. Figura meramente ilustrativa da colocação dos eletrodos baseada na padronização do SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles)	35
Figura 8. Representação do acelerômetro na tarefa de alcance anterior 90%, do músculo Longuíssimo do dorso direito de um voluntário do grupo controle	38
Figura 9. Representação do dado bruto da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle	38
Figura 10. Representação do dado bruto da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, após corte baseado no acelerômetro, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle.	39
Figura 11. Representação do dado processado da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle	39
Figura 12. Curva representativa dos valores processados através do envoltório linear da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito (LDD), na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle. Os valores do sinal foram pegos a cada 5%	40
Figura 13. Classificação percentual relativo a classificação total do questionário MIF em ambos os grupos avaliados.	45
Figura 14. Tendência do comportamento muscular na tarefa de alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo	51
Figura 15, Padrão do comportamento muscular na tarefa de alcance lateral a 75 e 90% do alcance máximo.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores em média $\pm$ DP referentes a caracterização dos voluntários.....	43
Tabela 2. Valores em média $\pm$ DP da medida de independência funcional MIF obtidos nos grupos de indivíduo com lesão medular ativos (LMFA) e sedentários (LMS).	44
Tabela 3. Comparação das médias $\pm$ DP dos alcances funcionais entre os grupos de indivíduos com lesão medular e sem lesão medular.	46
Tabela 4. Médias $\pm$ DP da Ativação Eletromiográfica dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidis, bilateralmente, durante as atividades de Alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo	47
Tabela 5. Médias $\pm$ DP da Ativação Eletromiográfica dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidis, bilateralmente, durante as atividades de Alcance lateral para a direita a 75 e 90% do alcance máximo.....	49
Tabela 6. Comparações entre as médias $\pm$ DP de ativação dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidis, bilateralmente durante as atividades Alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo, em todos os grupos avaliados.....	55
Tabela 7. Comparações entre as médias $\pm$ DP de ativação dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidis, bilateralmente durante as atividades Alcance Lateral para a direita a 75 e 90% do alcance máximo, em todos os grupos avaliados.	56

LISTA DE SIGLAS

ASIA	American Spinal Injury Association
MIF	Medida de Independência Funcional
LMS	Grupo Lesado medular sedentário
LMFA	Grupo Lesado medular fisicamente ativo
C	Grupo controle
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
HC	Hospital de Clínicas
AA	Alcance anterior
ALD	Alcance lateral para a direita
EMG	Eletromiografia
SENIAM	Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles
LDD e LDE	Latíssimo do dorso direito e esquerdo
ICD e ICE	Iliocostal direito e esquerdo
MD e ME	Multífidos direito e esquerdo

LISTA DE SÍMBOLOS

Kg	Quilograma
Kg/m ²	Quilograma por metro ao quadrado
±	Mais ou menos
α	Alfa
cm	Centímetros
%	Porcentagem
μV	Microvolt
≤	Menor ou igual
<	Menor
>	Maior
=	Igual

Sumário

1. Introdução	16
2. Revisão da literatura	17
2.1. Lesão medular	17
2.2 Funcionalidade	18
2.3. Controle postural e tronco	19
2.4 Estabilização de tronco	21
2.5 Eletromiografias de superfície	22
2.6 Esportes após lesão medular	23
3. Justificativa	25
4. Objetivo	26
4.1 Objetivos específicos	26
5. Hipótese	26
6. Materiais e Métodos	27
6.1 Desenho do Estudo e Tamanho Amostral	27
6.2 Aspectos éticos	29
6.3 Aplicações de questionários clínicos	29
6.4 Procedimentos para as Avaliações Quantitativas	31
7. Processamento e análise dos dados	37
8. Análise Estatística	41
9. Resultados	43
10. Discussão	57
11. Conclusão	63
12. Limitações do estudo	64
13. Referências	65
APÊNDICE A	70
ANEXO A	76
ANEXO B	77
ANEXO C	78

1. Introdução

Na América do Sul, por ano, ocorrem cerca de 25 casos de lesão traumática na medula espinhal por milhão de habitantes. As causas principais são acidentes de trânsito, quedas, acidentes relacionados ao lazer e ao trabalho e violência urbana. No Brasil, a principal causa de trauma medular são as quedas com 39 % dos casos (LEE et al., 2014).

Após uma lesão na medula espinhal o indivíduo precisa se adaptar a diversas mudanças no seu cotidiano e às novas condições de vida, sendo um ponto importante à sua adequação corporal e funcional. Nesse sentido, o controle de tronco é extremamente necessário para manter a estabilidade na cadeira de rodas, durante situações estáticas e dinâmicas (DEAN; SHEPHERD; ADAMS, 1999).

As lesões medulares se relacionam diretamente com a qualidade de vida dos indivíduos, uma vez que os comprometimentos neurológicos geram dificuldades na realização das atividades funcionais e limitações na mobilidade levando a dificuldades de participação social (CHAN; CHAN, 2007).

Comumente pessoas que perdem a funcionalidade dos membros inferiores tendem a uma inatividade física e ao sedentarismo. Isso gera um problema grave pelas consequências ocasionadas por essa inatividade prolongada (NASH, 2005). Quando ocorre envolvimento do controle de tronco, a instabilidade postural é outro agravante para a independência funcional e realização de exercícios físicos.

Alguns estudos relacionam o exercício físico adaptado com a melhora da habilidade funcional e qualidade de vida em indivíduos que sofreram lesão raquimedular (MANNS; CHAD, 1999)

Para que o indivíduo realize atividades de vida diária, como higiene, alimentação e transferências, além de outras tarefas funcionais rotineiras, de forma segura e com qualidade, é necessário que haja um bom controle de tronco, de tal modo que os membros superiores fiquem livres somente para a realização das atividades (NOREAU et al., 1993).

Existem poucos estudos que avaliaram o impacto do esporte adaptado sobre o controle de tronco em lesados medulares e nas atividades funcionais, destacando-se portanto, a importância desse estudo.

2. Revisão da literatura

2.1. Lesão medular

A medula espinhal faz parte do sistema nervoso central e se localiza dentro da coluna vertebral. Ela é responsável pela condução de informações nervosas aferentes e eferentes, entre o encéfalo e o sistema nervoso periférico. Alterações na medula espinhal geram déficits motores, sensitivos e autonômicos e podem ocorrer como consequência de defeitos congênitos, doenças adquiridas ou trauma (DÂNGELO; FATTINI, 2003; DEFINO; ZARDO, 2003)

A prevalência acomete adultos jovens do sexo masculino (80,9%), com idade média de 29 anos. A tetraplegia incompleta atinge um índice de 30,2%, sendo seguida pela paraplegia completa (25,5%), tetraplegia completa (20,2%) e paraplegia incompleta (18,5%) (DEFINO; ZARDO, 2003)

As lesões acometem mais os homens com idade entre 18 e 40 anos. Neste período da vida, essa população se encontra jovem, ativa e, geralmente, no auge da sua produtividade pessoal e profissional. Portanto, após o trauma físico, além da incapacidade de realizar diversas funções físicas, as lesões medulares também podem levar os indivíduos a apresentarem problemas sociais e psicológicos (CRISTIANE, 2005).

A lesão traumática é mais frequente do que a lesão não traumática, sendo caracterizada como trauma direto na coluna vertebral, ocasionada por acidentes de trânsito, ferimento com faca ou arma de fogo, entre outros (BURNS; DITUNNO, 2001).

Quando ocorre a lesão medular, diversas manifestações clínicas são geradas. Assim, classificamos a lesão medular de acordo com a sua localização anatômica (paraplegia ou tetraplegia) e extensão do trauma (completa ou incompleta) (BEEKMAN, 2007)

Na lesão incompleta ocorre a preservação parcial da função sensitiva e/ou motora abaixo do nível neurológico, incluindo o segmento sacral mais baixo. Já, na lesão medular completa encontra-se a ausência da função motora e sensitiva abaixo do nível da lesão, também incluindo o segmento sacral mais baixo.

Na paraplegia ocorre diminuição ou perda da função motora e/ou sensitiva dos

segmentos torácicos, lombares ou sacrais, secundários a danos causados na medula. É caracterizada por deixar íntegros os membros superiores, mas dependendo do nível da lesão, pode incluir alterações em tronco, membros inferiores e órgãos pélvicos (BARROS FILHO et al., 1994).

A classificação neurológica da lesão medular espinhal foi padronizada pela American Spinal Injury Association (ASIA) e Internacional Society of Spinal Cord desde 1987. Por meio da escala ASIA é possível identificar o nível e o tipo de lesão medular do indivíduo. Essa escala divide-se em etapas e avalia bilateralmente o indivíduo (EL MASRY et al., 1996).

Existem diversas sequelas físicas e prejuízos sociais e psicológicos decorrentes da lesão medular, como redução da funcionalidade física, sexualidade, problemas urinários, aumento da dependência física, problemas com acessibilidade, declínio da função social, aumento da despesa financeira, além da estigmatização, que interferem significativamente, na qualidade de vida das pessoas (MANNIS; CHAD, 1999)

Outras sequelas são: a espasticidade muscular (FENG; MAK, 1997), diminuição da massa, volume e força muscular, aumento da massa gorda, alterações no recrutamento das unidades motoras (EDGERTON et al., 2000), disreflexia autonômica que induz a hipertensão arterial, bradicardia, piloereção e suor acima do nível da lesão medular (ROGERS, 2002), diminuição da eficiência cardíaca (HOPMAN et al., 1998), osteopenia/osteoporose por desuso, (CARVALHO; CARVALHO; CLIQUET, 2001) entre outras. É importante salientar que diversas alterações decorrentes da lesão medular estão associadas ao nível e tipo de lesão .

2.2 Funcionalidade

Após a lesão medular, a demanda imposta aos músculos dos membros superiores nas atividades do cotidiano, como a higiene pessoal e transferências, assim como, nas atividades em comunidade tanto social como de lazer, é muito grande, por isso é muito importante que tais músculos estejam preparados para suportar essa sobrecarga. Concomitante a isso, o controle da musculatura toracolumbar é de extrema importância para facilitar a realização dessas atividades e, assim, manter o tronco em equilíbrio afim de que o indivíduo possa realizar as

tarefas com os membros superiores livres. Pessoas com lesão medular têm diminuição de força dos músculos abaixo do nível da lesão, o que pode diminuir a sua capacidade funcional para realizar as atividades da vida diária (NOREAU et al., 1993).

A Medida de Independência Funcional (MIF) é um instrumento de avaliação da incapacidade de pacientes com restrições funcionais de origem variada, tendo sido desenvolvida na América do Norte na década de 1980 (GRANGER et al., 1986). Essa medida foi validada na versão brasileira (RIBERTO et al., 2004).

A MIF é também usada para avaliação de pacientes com lesão medular e pode ser uma boa ferramenta para comparar com o prognóstico funcional de cada indivíduo, possibilitando uma correlação entre os valores da MIF e o grau de incapacidade definido pelo nível de lesão (RIBERTO et al., 2004).

2.3. Controle postural e tronco

O controle postural é definido pela capacidade de manter, alcançar ou restabelecer o estado de equilíbrio em qualquer postura ou atividade e tem o objetivo de manter a estabilidade e orientação postural (HORAK, 2006).

Controle postural é fundamental para a realização de atividades diárias, e assim promover a independência funcional, o que permite que o indivíduo interaja com o meio ambiente, além de evitar formação de deformidades que possam gerar complicações respiratórias decorrentes de posturas inadequadas em indivíduos com lesão medular (MINKEL, 2000).

A postura ideal permite ao indivíduo movimentar-se com máxima eficiência, mínimo gasto energético e sobrecarga articular (KENDALL et al., 2007). O controle postural ocorre pela interação entre estabilidade postural e orientação postural. Estabilidade postural, também conhecida como equilíbrio, é a habilidade de controlar o centro de massa dentro dos limites da base suporte, já a orientação postural é definida como a habilidade de manter uma relação entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio ambiente da tarefa (HORAK, 2006).

Componentes neurais e musculo esqueléticos são essenciais para o controle postural. Os componentes neurais abrangem: processos motores, que inclui sinergias musculares e a organização dos músculos pelo corpo, processo

sensorial/perceptual, e processos de níveis superiores, essenciais para o mapeamento da sensação e a garantia dos aspectos antecipatórios e adaptativos do controle postural (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Para manutenção do controle postural, nosso corpo atua de maneiras distintas como: um sistema compensatório e um sistema antecipatório (ATRICE et al., 2004; KENDALL et al., 2007).

O sistema compensatório corrige rapidamente qualquer perturbação postural identificada. O sistema antecipatório oferece forças para minimizar a perturbação postural prevista. A execução de uma resposta postural satisfatória, depende da interação entre indivíduo, tarefa e ambiente em que a tarefa é executada, incluindo as condições ambientais e algumas características da perturbação imposta como amplitude, velocidade e força e/ou do sujeito como posição inicial, interrelação dos segmentos corporais, condições fisiológicas, neurológicas, biomecânicas e lembranças de experiências passadas (ATRICE et al., 2004).

Para que o controle postural possa desempenhar a sua função, tanto em situações estáticas quanto dinâmicas, informações sensoriais são enviadas ao sistema nervoso central que promove respostas motoras para correções posturais em situações de instabilidade (AMADIO; SERRÃO, 2007; HORAK, 2006). A manutenção da estabilidade é um processo dinâmico, que envolve o estabelecimento de equilíbrio entre as forças de estabilização e desestabilização. (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Assim, é importante que a entrada sensorial esteja integrada e convertida para as saídas do nervo motor eferentes, que por sua vez são conduzidos para baixo da espinal medula ao longo de diferentes vias motoras. No entanto, depois da lesão medular, as vias aferentes e/ou eferentes podem estar danificadas, resultando em efeitos diferentes sobre a estabilidade postural (LIECHTI et al., 2008).

De acordo com alguns estudos, podemos notar que as pessoas com lesão na medula espinhal têm uma postura sentada menos estável comparada às pessoas sem lesão medular, além disso quanto mais alto o nível da lesão, maior a dificuldade de manter o controle postural e maior a quantidade de compensações utilizadas para tal tarefa (SEELEN; JANSSEN-POTTEN; ADAM, 2001; SEELEN et al., 1997).

Para realizar as atividades diárias com os membros superiores é necessário um adequado controle de postura e estabilidade de tronco. Indivíduos dependentes

da cadeira de rodas com diminuição do controle de tronco exibem um equilíbrio prejudicado na posição sentada, o que afeta de forma significativa a realização das tarefas funcionais (HOBSON, D.A.; TOOMS, 1992; JANSSEN-POTTEN et al., 2001).

Desta forma, em indivíduos com lesão medular, é muito comum a utilização de apoio externo para ajudar a estabilizar o tronco, principalmente em lesões medulares mais altas. Com isso, surge um conflito entre a necessidade de estabilizar o tronco e facilitar a mobilidade para permitir o desempenho de tarefas dos membros superiores, o que resulta na menor funcionalidade do tronco. (SPRIGLE et al., 2003).

2.4 Estabilização de tronco

Estabilidade de tronco é definida como habilidade para deslocar e manter a integridade estrutural (WILLSON et al., 2005). Isso ocorre por meio da estabilização central, na qual para que haja uma mobilidade distal há necessidade de uma estabilização proximal (KISNER; COLBY, 2005).

Classificou-se os músculos do tronco por uma perspectiva funcional da anatomia, assim esses músculos foram classificados como músculos globais ou locais (BERGMARK, 1989). Os músculos globais, como o músculo reto abdominal e oblíquos externos, geram movimentos de grande amplitude e torque. Os músculos locais, como o transverso do abdome e multifido lombar, estabilizam os segmentos vertebrais. Os músculos locais estão associados com a estabilidade segmentar da coluna lombar durante os movimentos de todo o corpo e ajustes posturais necessários (BEHM; ANDERSON; CURNEW, 2002; HODGES; RICHARDSON, 1996).

O músculo iliocostal lombar realiza extensão da coluna vertebral na área torácica inferior e traciona as costelas para baixo. Os multifidos realizam a extensão da coluna e faz rotação do tronco para o lado oposto. O músculo longuíssimo do dorso além de também fazer a extensão da coluna, realiza a flexão lateral da coluna vertebral na área torácica e traciona as costelas para baixo (KENDALL et al., 2007).

Os músculos do sistema estabilizador central são ativados de 30 a 50 ms antes do início do movimento e a coluna lombar transforma-se uma espécie de

cilindro rígido, gerando estabilidade de tronco necessária para realização do movimento de forma correta. Essa ativação ocorre involuntariamente (WILLSON et al., 2005).

Nenhum músculo contribui mais que 30% da estabilidade geral da coluna lombar. Assim, a estabilidade da coluna lombar depende da ativação de grande parte da musculatura do tronco(WILLSON et al., 2005).

Segundo Reft e Hasan (2002), indivíduos com lesão medular que não possuem bom controle de músculos estabilizadores da coluna, apresentam redução da velocidade na habilidade funcional de alcance de objetos, aumento do gasto energético de músculos secundários e incapacidade de manter-se na posição sentada com o tronco ereto.

2.5 Eletromiografias de superfície

A eletromiografia de superfície é um método confiável para avaliar processos fisiológicos que ocorrem nos músculos durante a geração de força, produção de movimentos e execução de funções . É uma técnica de gravação dos sinais elétricos musculares, na qual eletrodos de superfície captam os potenciais elétricos vindos de músculos superficiais, sendo muito utilizada na investigação do sinergismo muscular em diversos segmentos corporais (OLIVEIRA, 2007).

É usada para o estudo da função neuromuscular, inclusive para identificar os movimentos que exigem mais ou menos tensão de determinado músculo ou grupo muscular (MOGK; KEIR, 2003)

Na biomecânica, é utilizada para indicar o início da ativação muscular, relação para a força produzida pelo músculo, como índice de fadiga e, além disso, fornece informação sobre as contribuições de força de músculos individuais e de grupos musculares. O sinal EMG resulta de muitos processos anatômicos e fisiológicos, bem como das características biomecânicas do músculo (DE LUCA, 1997).

Os sinais EMG são afetados por mudanças na força e comprimento muscular, bem como pela configuração do eletrodo (MOGK; KEIR, 2003). Qualquer parte do músculo contém fibras que representam unidades motoras que geram a força por ele todo, porém, a colocação do eletrodo na linha média do ventre muscular pode

minimizar o sinal de músculos adjacentes, conhecido como “Crosstalk” (DE LUCA, 1997).

A eletromiografia é muito utilizada atualmente e é uma ferramenta padrão ouro para observação de ativação muscular em tarefas funcionais.

2.6 Esportes após lesão medular

Existem relatos da prática de atividades físicas adaptada desde a Grécia Antiga. O esporte com finalidades de reabilitação, por sua vez, já era praticado na China há 5.000 anos. Foi somente após a Segunda Guerra Mundial que a prática de esporte com adaptação a deficientes físicos teve maior adesão no contexto da prevenção e da reabilitação (MATTOS, 1990).

O esporte adaptado pode causar alterações fisiológicas como a melhora na condição funcional, melhora do consumo máximo de oxigênio, ganho na capacidade aeróbica, redução do risco de doenças cardiovasculares e de infecções respiratórias, a diminuição na incidência de complicações médicas, a redução de hospitalizações e o aumento da expectativa de vida (MEDOLA et al., 2009)

Existem evidências de que o esporte em cadeira de rodas está associado à melhora da aterosclerose subclínica observada em atletas com lesão medular em comparação com sedentários que apresentavam lesão medular e indivíduos sem deficiência física (MATOS-SOUZA et al., 2013).

A diminuição da qualidade de vida, principalmente no que se refere aos aspectos sociais, tem sido observada em pessoas após lesão medular (VALL; BRAGA; ALMEIDA, 2006). Neste sentido, alguns estudos têm relacionado o exercício físico com melhoras da habilidade funcional e qualidade de vida em indivíduos com lesão medular (MANNIS; CHAD, 1999). O esporte adaptado, como o Basquete em cadeira de rodas, melhora o aumento da tolerância à frustração, o aumento do contato social e a diminuição de alterações psicológicas nos indivíduos que sofreram trauma raquimedular (MEDOLA et al., 2009)

Por isto, há algum tempo o esporte vem sendo usado como elemento fundamental no tratamento de pessoas com deficiência física, estimulando e desenvolvendo os aspectos físicos, psicológicos e sociais (SILVA; OLIVEIRA; CONCEIÇÃO, 2005).

Em um estudo de 2012 foram compararam quatro grupos com lesão medular e avaliaram a pressão respiratória máxima e a cirtometria torácica. Os grupos foram divididos em paraplégicos sedentários, paraplégicos jogadores de basquete, tetraplégicos sedentários e tetraplégicos jogadores de rugby. Quando compararam entre os grupos sedentários, notaram que quanto mais alto o nível de lesão, maior é o prejuízo na função respiratória, já entre os grupos ativos essa diferença não foi encontrada. Eles concluíram que, o treinamento físico pode ser uma influência positiva para a mobilidade torácica e para a força muscular respiratória dos indivíduos com lesão medular, principalmente para os tetraplégicos que possuem essa função mais comprometida (MORENO et al., 2012).

Em um estudo comparativo entre paraplégicos sedentários e paraplégicos jogadores de basquetebol foram realizados arremessos com uma bola de 3kg para ver a potência de membros superiores, teste de agilidade em ziguezague na cadeira de rodas e avaliação isocinética de flexão e extensão de cotovelo para avaliar torque, trabalho e potência máxima exercida na extensão de cotovelo. Observou-se uma relação significativa entre o resultado do arremesso da bola e o teste de agilidade, além dos resultados terem indicado que o grupo de atleta apresentou valores de potência estimada, torque, trabalho e agilidade significativamente maiores que os indivíduos sedentários, demonstrando que o treinamento esportivo regular em cadeira de rodas parece melhorar estas capacidades motoras (GORGATTI; BOHME, 2002).

Entretanto, não encontramos estudos que avaliaram e compararam o controle postural em indivíduos com lesão medular, praticantes ou não de exercícios físicos adaptados.

3. Justificativa

Tendo em vista os benefícios fisiológicos que o esporte pode trazer para indivíduos com lesão medular, vê-se a necessidade de estudar o efeito dos exercícios físicos sobre o controle de tronco e se isso reflete no seu desempenho em realizar atividades do cotidiano, como tarefas de alcance e preensão.

A análise do padrão de ativação muscular dos músculos do tronco pode auxiliar no entendimento sobre as diferenças funcionais existentes entre os indivíduos ativos e sedentários, uma vez que a ativação adequada dos músculos posturais permite estabilidade corporal durante as tarefas funcionais com membros superiores.

O conhecimento mais aprofundado sobre o benefício do esporte adaptado sobre o equilíbrio e funcionalidade é importante para fornecer embasamento científico para estimular a participação dos indivíduos com paraplegia em atividades esportivas, sendo uma estratégia complementar para auxiliar na melhora da independência e da qualidade de vida destes indivíduos.

4. Objetivo

Avaliar a independência funcional e o controle de tronco durante a atividade de alcance e preensão anterior e lateral em indivíduos com paraplegia fisicamente ativos e sedentários.

4.1 Objetivos específicos

- Avaliar a independência funcional, considerando os domínios de Autocuidado, Controle de esfíncter, Transferências, Locomoção, Comunicação e Cognição social do questionário MIF (Medida de Independência Funcional)
- Comparar o alcance funcional anterior e lateral entre indivíduos ativos e sedentários com paraplegia.
- Avaliar a ativação dos músculos do tronco durante a tarefa de alcance e preensão.

5. Hipótese

O esporte adaptado pode gerar um efeito benéfico sobre o controle de tronco melhorando assim o desempenho desses indivíduos na realização das atividades funcionais.

6. Materiais e Métodos

6.1 Desenho do Estudo e Tamanho Amostral

Trata-se de um estudo transversal em sujeitos que sofreram lesão medular espinhal.

Os participantes foram divididos em: grupo de lesão medular sedentário (LMS, n=10) e grupo de lesão medular fisicamente ativos (LMFA, n=10). Foram considerados indivíduos fisicamente ativos aqueles que realizavam algum esporte por pelo menos uma hora de duração durante 3 vezes ou mais na semana.

O grupo controle (C) foi formado por grupo de 10 sujeitos sem lesão medular, de ambos os sexos com idade entre 20 e 60 anos. Esses indivíduos eram os acompanhantes dos pacientes que estavam em tratamento no Laboratório Laboratório de Reabilitação Raquimedular do Hospital das Clínicas (HC) da Universidade Estadual de Campinas UNICAMP.

O grupo LMS foi constituído por 20 indivíduos com lesão medular traumática completa (ASIA A) com nível neurológico entre T1 a T12, acompanhados pelo Laboratório de Reabilitação Raquimedular do HC da UNICAMP.

O grupo LMFA foi constituído por atletas praticantes de esportes na Faculdade de Educação Física da UNICAMP, na Instituição Padre Haroldo ou na escola de tênis Tella Tênis, todos no município de Campinas, SP. Os esportes incluídos nesse estudo foram basquete, handball, tênis e badminton.

• **Crítérios de Inclusão:** Indivíduos do sexo masculino que sofreram lesão medular traumática (Grupo LMS e LMFA), idade variando entre 20 a 60 anos, com tempo mínimo de lesão de 24 meses e nível neurológico entre T1 a T12, do tipo de lesão completa. O grupo controle (Grupo C) incluiu indivíduos sem lesão medular da mesma faixa etária.

• **Crítérios de Exclusão:** Indivíduos que apresentarem doenças neurológicas associadas à lesão medular espinhal ou envolvimento do neurônio motor inferior, ou qualquer outra entidade clínica ocasionando comorbidades, tais como: disfunções cardíacas, ortopédicas, diabetes não controlada, déficits cognitivos ou problemas psiquiátricos, ou significativa doença degenerativa distal.

Figura 1 - Representação esquemática do desenho experimental do estudo

LMFA: Lesado medular fisicamente ativo; LMS: Lesado medular sedentário; C: Controle; MIF: Medida de Independência Funcional

O tamanho da amostra são 30 indivíduos no total (tamanho do efeito: 18.87, poder da amostra: 1.0 e $\alpha = 0.05$) considerando o desvio padrão e a média de cada grupo para a variável alcance anterior. Esse cálculo foi realizado através do programa GPower 3.1.

6.2 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas da FMRP-USP (nº Processo 12515/2013) (ANEXO A).

A fim de selecionar e convidar os pacientes para participar desta pesquisa, foram fornecidas todas as informações sobre os objetivos e procedimentos do estudo, e após a concordância os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Após tal confirmação, os sujeitos foram devidamente orientados e retornaram para o dia da avaliação.

6.3 Aplicações de questionários clínicos

Para os grupos com lesão medular, inicialmente foram colhidas informações sobre idade, tempo de lesão e tempo de treino esportivo. Antes do início dos testes, foram realizadas as medidas antropométricas (estatura e massa corporal) dos indivíduos.

O exame neurológico foi realizado por meio do protocolo da ASIA (ANEXO B). Essa avaliação foi realizada sempre pelo mesmo profissional, treinado e familiarizado para a realização do exame (EL MASRY et al., 1996). O paciente permaneceu deitado em supino na maca, com o mínimo de vestimenta possível para a realização do teste.

Essa escala tem um sistema de pontuação que classifica a função motora de cada indivíduo através de músculos-chaves pré-determinados pela inervação de miótomos da medula. Nessa avaliação a pontuação vai de 0, que corresponde a paralisia total, à 5, que significa força normal (EL MASRY et al., 1996). Outra parte da classificação é a avaliação sensitiva tátil e dolorosa em 28 dermatomos bilaterais, na qual se atribui um valor numérico sendo 0 para ausente, 1 para sensibilidade alterada e 2 para normal. O nível sensitivo é o segmento mais caudal da medula que apresenta sensibilidade normal bilateralmente (EL MASRY et al., 1996).

Com a somatória dos diferentes valores referentes à força motora, sensibilidade tátil e dolorosa se obtém a pontuação final, sendo que o valor máximo representa normalidade motora é 100 e sensitivo 112. (EL MASRY et al., 1996).

Ainda na classificação ASIA, podemos avaliar se a lesão é completa ou incompleta, sendo: (EL MASRY et al., 1996)

- A- Lesão completa: sem preservação sensitiva ou motora nos segmentos sacrais S4-S5.
- B- Lesão incompleta: preservação sensitiva não motora abaixo do nível neurológico até os segmentos sacrais S4-S5.
- C- Lesão incompleta: preservação sensitiva motora abaixo do nível neurológico com maioria dos músculos-chave abaixo desse nível com grau menor que 3.
- D- Lesão incompleta: preservação sensitiva motora abaixo do nível neurológico com maioria dos músculos-chave abaixo desse nível com grau maior que 3.
- E- Normal: funções motoras e sensitivas normais.

Para a avaliação do questionário funcional foi realizado o questionário MIF resumido, traduzido e validado para a população brasileira por Riberto em 2004(ANEXO C). Essa avaliação foi realizada sempre pelo mesmo profissional, treinado e familiarizado para a realização do exame. Essa ferramenta avalia por meio de questões que são feitas aos voluntários, portanto as tarefas não são avaliadas presencialmente. Foi realizado o questionário completo aos voluntários.

A MIF mede 18 itens divididos em 6 domínios. Os domínios são: cuidados pessoais, controle de esfíncter, mobilidade e transferências, locomoção, comunicação e cognição social. A pontuação de cada questão pode variar de 1 a 7. A pontuação 7 significa completa independência e 1 completa dependência (necessita de assistência total) ou desempenho menos que 25%. Quando é necessário supervisão ou assistência de outra pessoa, obrigatoriamente a pontuação é menor que 6 pontos (MAYARD, 1999).

De acordo com a classificação dos valores totais do questionário MIF, que vai de 18 até 126 pontos, 18 pontos: significa dependência completa do indivíduo (necessita de assistência total), 19-60 pontos: significa dependência modificada (indivíduo necessita de assistência em até 50% da tarefa), 61-103 pontos: dependência modificada (necessita de assistência de até 25% da tarefa) e de 104-126 pontos: independência completa/ modificada (RICCI, 2005).

6.4 Procedimentos para as Avaliações Quantitativas

As avaliações foram realizadas pelo Laboratório Laboratório de Reabilitação Raquimedular do HC da UNICAMP.

- **Alcance e preensão**

Foram realizadas tarefas de alcance e preensão em duas diferentes situações. A distância entre o participante e o objeto para a realização do teste de alcance e preensão foi definido a partir do teste de alcance máximo na posição sentada, o qual foi realizado em 2 direções: para frente e para o lado.

Foi realizado a familiarização do movimento antes da realização das avaliações, tanto para atingir o alcance máximo quanto com o alcance proporcional. Para isto foi realizado duas tentativas com 3 minutos de intervalo entre elas.

- Teste de alcance anterior:

O participante foi instruído a adotar a seguinte posição: sentado em sua cadeira de rodas, sem o apoio para membros superiores, posicionados lateralmente à parede, com o ombro distante 15 cm desta sem tocá-la em nenhum momento, com os pés paralelos numa posição confortável, mantendo o ombro flexionado a 90° e próximo à parede. Uma fita métrica foi fixada paralela ao chão, posicionada à altura do acrômio. A medida inicial corresponde à posição em que o processo estilóide da ulna se encontra nessa fita. O voluntário foi, então, instruído a inclinar-se para frente, o máximo possível, sem perder o equilíbrio ou deslocar a cadeira de rodas. O deslocamento foi mensurado sobre a fita métrica, com três tentativas de alcance anterior, obteve-se então a média das três tentativas (Figura 2) (MEDOLA et al., 2009).

Figura 2. Figura correspondente ao teste de alcance máximo anterior. A) posição inicial do teste, sendo que a linha azul corresponde a fita métrica; B) posição final do teste

- Teste de alcance lateral:

O participante foi orientado a permanecer com os braços estendidos ao lado da cadeira, o mais próximo do corpo possível, para que a medida da distância da mão até o solo em repouso fosse obtida. Após isso, foi pedido que o indivíduo realizasse uma inclinação lateral de tronco até o máximo que ele fosse capaz, sendo realizada a medida da distância máxima da mão ao solo (figura 3).

Figura 3. Ilustração do teste de alcance lateral para a direita

Essas medidas serviram de base para a realização do teste de alcance e preensão, o qual foi realizado a 75% e 90% do alcance máximo anterior e lateral (ABREU et al., 2012).

Um peso com alça de 1kg, da marca Physicus, foi o objeto usado nas tarefas de alcance e preensão (Figura 4). Esse objeto foi escolhido por apresentar um formato de fácil preensão, devido a alça.

Figura 4. Objeto utilizado para as tarefas de alcance e preensão.

Para o alcance e preensão anterior, foi colocada uma mesa com regulagem de altura (altura da mesa foi definida na prega umbilical do indivíduo) na frente da pessoa. O objeto foi colocado sobre a mesa nas distâncias de 75% e 90% do alcance máximo obtido previamente. Os participantes tiveram que trazer o objeto da mesa com as duas mãos até o colo (figura 5).

Figura 5. Sequência do movimento no teste de alcance anterior e preensão palmar.

Para o alcance e preensão lateral, foi colocado um objeto na lateral da cadeira de rodas na altura de 75% e 90% do alcance lateral máximo. O teste consistiu em trazer o objeto da lateral, com apenas uma mão, até o colo do participante. O indivíduo não pôde utilizar a mão contralateral para segurar na cadeira ou ajudar na tarefa. Durante esse teste, para que se pudesse obter a distância previamente estipulada do objeto, o indivíduo foi colocado, com sua cadeira de rodas, em cima de

uma plataforma de madeira de 19 cm de altura e a regulação da altura do objeto foi feita com o auxílio de um macaco mecânico (figura 6).

Figura 6. Sequência do teste de alcance lateral com preensão palmar.

A fim de evitar a fadiga muscular, os pacientes descansaram após cada coleta durante 3 minutos. Os experimentos de alcance e preensão foram realizados três vezes e utilizamos o valor médio das tentativas.

Foi realizado um sorteio para definir a ordem das coletas. Em um envelope pardo foram colocados quatro papéis com as identificações: alcance sobre a mesa – 75%, Alcance sobre a mesa – 90%, Alcance lateral para a direita – 75%, Alcance na lateral para a direita - 90%.

Concomitantemente ao teste de alcance e preensão anterior e lateral foi feito o registro eletromiográfico dos músculos: longuíssimo do dorso, íliocostal e multífidus, bilateralmente.

Os indivíduos com paraplegia realizaram o teste em suas próprias cadeiras de rodas, para que a avaliação refletisse a capacidade funcional real dos participantes, com similaridade ao desempenho durante suas atividades rotineiras. O grupo C sentou em uma cadeira com braços, pré-determinada e realizaram as mesmas avaliações.

- **Eletromiografia (EMG)**

Para todos os grupos foi realizada a eletromiografia de superfície.

Os sinais EMG foram coletados utilizando um módulo de aquisição de sinais biológicos de oito canais (Delsys®, Boston, EUA), ajustado com uma frequência de amostragem de 4000 Hz e um ganho total de 1000 vezes. Eletrodos bipolares diferenciais ativos (Delsys, Boston, EUA) de Ag/AgCl, com dimensões de 10x1 mm, distância intereletrodos de 10 mm, sobre os músculos: iliocostal lombar, longuíssimo do dorso, multífidos de acordo com Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles (HERMENS et al., 2000). Previamente, a colocação dos eletrodos, foi realizada a tricotomia, abrasão e limpeza da pele para reduzir a impedância entre o eletrodo e a pele durante a captação dos sinais EMG. Para esses procedimentos, utilizou-se aparelho de barbear descartável, lixa dermatológica para a esfoliação e, por último, usou-se um algodão umedecido com álcool para a limpeza, de acordo com a padronização do SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (HERMENS et al., 2000).

Figura 7. Figura meramente ilustrativa da colocação dos eletrodos baseada na padronização do SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles).

Legenda: LD: longuíssimo do dorso; IC: íliocostal; M:multífidos.

O sinal eletromiográfico nos músculos do tronco foi registrado em dois momentos: durante o alcance bimanual do objeto colocado sobre a mesa disposta anteriormente e colocado na lateral da cadeira de rodas, ambos os alcances a 75% e 90% do alcance máximo obtido previamente.

As avaliações foram realizadas por apenas um fisioterapeuta, orientado e treinado quanto a utilização dos equipamentos.

O início e o fim da atividade foram marcadas pelo acelerômetro (eixo X, Y e Z), presente nos eletrodos. Desta forma, cada coleta foi devidamente cortada, afim de selecionar somente o momento que o indivíduo estaria realizando a tarefa. Após esse corte os dados eletromiográficos foram filtrados e processados. Após isso foi realizado a média de ativação.

7. Processamento e análise dos dados

Os sinais EMG foram processados em rotinas específicas desenvolvidas em ambiente Matlab (Mathworks.inc). Para o processamento dos sinais EMG foi utilizado um filtro Butterworth passa-banda de 20-500 Hz, os sinais foram retificados por meio do método de onda inteira e suavizados utilizando um filtro Butterworth passa-baixa de 4ª ordem com frequência de corte de 6 Hz, para criação do envoltório linear. O sinal foi normalizado no tempo e os valores representativos do sinal foram pegos a cada 5% do tempo para criar a curva representativa de cada tarefa em cada músculo.

As avaliações eletromiográficas foram analisadas pelo EMGworks 4.0 Analysis, onde foi cortado a coleta de acordo com o início e o fim da atividade marcada pelo acelerômetro. Após esse procedimento, foi selecionado somente o canal de eletromiografia, com o sinal bruto e cortado, esse arquivo foi processado pela rotina no Matlab, já descrito anteriormente, e gerou um novo arquivo com o sinal filtrado e processado. O sinal foi normalizado no tempo e os valores representativos do sinal foram pegos a cada 5% do tempo para criar a curva representativa.

As figuras 8, 9, 10, 11 ilustram esse processo, como exemplo foi utilizado a segunda tentativa da tarefa de alcance anterior 90%, do músculo Longuíssimo do dorso direito de um voluntário do grupo controle.

Figura 8. Representação do acelerômetro na tarefa de alcance anterior 90%, do músculo Longuíssimo do dorso direito de um voluntário do grupo controle.
A: eixo X- superior-inferior, B: EixoY- latero-lateral; C: Eixo Z- antero-posterior

Figura 9. Representação do dado bruto da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle.

Figura 10. Representação do dado bruto da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, após corte baseado no acelerômetro, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle.

Figura 11. Representação do dado processado da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direito, na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle.

Figura 12. Curva representativa dos valores processados através do envoltório linear da eletromiografia do músculo Longuíssimo do dorso direto (LDD), na tarefa de alcance anterior 90% de um voluntário do grupo controle. Os valores do sinal foram pegos a cada 5%

8. Análise Estatística

Caracterização da amostra: na análise descritiva dos dados, foram comparadas as variáveis avaliadas na anamnese entre os grupos, para caracterização da amostra e para identificar possíveis diferenças, e consequentemente, a necessidade de ajuste para as demais análises. Para tanto, foram consideradas as médias e desvios-padrão, utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA oneway), em cada variável, tendo como fator o grupo (LMFA, LMS e C) e *t de student para amostras independentes* (para comparação entre os grupos LMFA e LMS).

Avaliação da funcionalidade (MIF) e dos alcances anterior e lateral: diferenças entre os domínios de independência funcional (autocuidado, controle de esfíncter, mobilidade e transferências, locomoção, comunicação e cognição social) foram investigadas por meio de comparações entre as médias apresentadas pelos grupos com lesão, utilizando-se os testes *t de student para amostras independentes* e *teste de Wilcoxon-Mann-Whitney*. Através destes testes estatísticos também foram investigadas diferenças entre os grupos quanto ao alcance funcional anterior e lateral.

Avaliações da ativação muscular: para identificar possíveis diferenças entre os grupos quanto à ativação muscular, durante os testes de alcance e preensão (a 75% e 90% do alcance máximo anterior e lateral), foram comparadas as médias de ativação eletromiográfica observadas em cada músculo, utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA oneway), para cada tarefa realizada, tendo como fator o grupo (LMFA, LMS e C). Quando necessários, testes univariados e testes *post hoc* com ajustes de Bonferroni foram aplicados.

Análises intragrupo, para detectar qual o músculo mais ativado em cada tarefa, foram realizadas utilizando-se o teste de comparação multivariada Hotelling's T2 para uma amostra, considerando-se as médias de ativação apresentadas pelos seis músculos durante a realização de uma mesma tarefa.

O padrão do comportamento muscular foi analisado considerando as séries temporais formadas pelos valores representativos do sinal EMG obtidos a cada 5% do tempo. Para tal, as curvas representativas, obtidas em cada tarefa e músculo, foram suavizadas através do Método de Médias Móveis de 2ª ordem (MMS-2).

Todas as técnicas estatísticas foram utilizadas depois de confirmada a distribuição normal dos dados e a homogeneidade das variâncias, através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett's*, respectivamente. Quando necessário, as variáveis foram transformadas para que estes pressupostos fossem atendidos. E nos casos em que, mesmo após transformação, as hipóteses básicas de normalidade e homogeneidade não foram satisfeitas, foram adotados os testes não-paramétricos.

Em todas as análises utilizou-se o software STATA versão 12.0, adotando-se o nível de significância de 5 % ($p \leq 0,05$).

9. Resultados

As variáveis avaliadas na anamnese para a caracterização da amostra, como: idade, peso, altura e IMC (Índice de Massa Corpórea), tempo de lesão e nível da lesão (que acordo com a ASIA) dos grupos com lesão medular Fisicamente Ativos e Sedentário e grupo Controle foram comparadas para verificar a homogeneidade entre os grupos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores em média $\pm$ DP referentes a caracterização dos voluntários.

	LMFA	LMS	C	p-valor
Idade (anos)	32,5 ($\pm$ 5,4)	39,5 ($\pm$ 12,0)	33,4 ($\pm$ 9,1)	0,24
Peso (kg)	71,8 ($\pm$ 13,5)	78,1 ($\pm$ 13,7)	77,5 ($\pm$ 8,8)	0,45
Altura (cm)	177,3 ($\pm$ 7,2)	174,1 ($\pm$ 8,4)	174,6 ($\pm$ 5,0)	0,55
IMC (kg/m ²)	22,9 ($\pm$ 4,1)	25,7 ($\pm$ 3,3)	25,4 ($\pm$ 2,9)	0,15
Tempo de lesão (anos)	11,8 ($\pm$ 8,2)	10,8 ($\pm$ 8,6)	-	0,40
Nível de lesão	T3A – T10A	T4A – T9A	-	-
Tempo de atividade física (anos)	4,5 ($\pm$ 4,67)	-	-	-

* $p < 0,05$

IMC (Índice de Massa Corporal): dado pelo peso/altura²; LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

Foi utilizado somente homens na formação dos grupos, pois o sexo masculino corresponde a mais de 80% dos voluntários recrutados tanto praticantes de esporte quanto sedentários.

Os dados referentes a independência funcional obtidos através do questionário MIF estão representados na tabela 2.

Tabela 2. Valores em média±DP da medida de independência funcional MIF obtidos nos grupos de indivíduo com lesão medular ativos (LMFA) e sedentários (LMS).

Dimensões (pontuação)	LMFA	LMS	p-valor
Autocuidado (6-42)	40,7 (± 0,67)	38,0 (± 3,62)	0,01*
Controle de esfíncter (2-14)	10,5 (± 1,78)	8,7 (± 3,23)	0,14
Transferências (3-21)	20,8 (± 0,42)	17,1 (± 4,28)	0,01*
Locomoção (2-14)	7,0 (± 0,00)	7,0 (± 0,00)	-
Comunicação (2-14)	14,0 (± 0,00)	14,0 (± 0,00)	-
Cognição social (3-21)	21,0 (± 0,00)	21,0 (± 0,00)	-
MIF TOTAL (18-126)	113,8 (± 2,10)	105,2 (± 8,04)	< 0,01*

* $p < 0,05$

Observou-se que existe diferença significativa entre a média dos grupos nos domínios de autocuidado, transferências e pontuação total da MIF.

De acordo com a classificação dos valores totais do questionário, todos os participantes do grupo com lesão e fisicamente ativos apresentavam score total maior do que 104 pontos, o que significa independência completa/modificada, já o grupo com lesão e sedentário não apresentou essa homogeneidade, como apresentado na Figura 13.

Figura 13. Classificação percentual relativo a classificação total do questionário MIF em ambos os grupos avaliados.

MIF: Medida da Independência Funcional; A: representa o grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo (LMFA) ; B: representa o grupo Lesado Medular Sedentário (LMS)

Nos domínios de Comunicação e Cognição Social todos os indivíduos avaliados apresentaram pontuação máxima. Já no domínio Locomoção (2-14 pontos), que avaliou a locomoção em lugares planos ou leve inclinação e subir escadas, todos apresentaram a mesma pontuação (7 pontos) pois referiam as mesmas dificuldades.

As médias dos valores dos alcances máximos de cada grupo, tanto lateral quanto anterior, estão descritos na tabela a seguir (Tabela 4). Os valores encontrados foram utilizados para se obter a distância a 75 e 90% do objeto até o voluntário durante a tarefa de alcance e preensão.

A dominância direita de membros superiores foi presente em todos os indivíduos avaliados. Por esse motivo foi realizado somente o alcance lateral para o lado direito. Na tabela 3 estão descritas as médias dos alcances funcionais máximos em cada grupo.

Tabela 3. Comparação das médias±DP dos alcances funcionais entre os grupos de indivíduos com lesão medular e sem lesão medular.

	C (n=10)	LMFA (n=10)	LMS (n=10)
Alcance anterior (cm)	48 (± 9,5)*	9,4 (± 7,8)	7,4 (± 5,2)
Alcance lateral Direita (cm)	23 (±1,0)*	12,2 (± 3,4)	10,1 (± 4,3)

* $p < 0,01$ somente entre grupo controle e LMFA e controle e LMS

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

Observou-se diferença significativa entre todos os alcances quando comparados o grupo controle com grupo com lesão fisicamente ativos e com lesão e sedentários. Já quando comparado somente os indivíduos com lesão medular, não observou-se nenhuma diferença entre os grupos ($p > 0,05$).

A atividade eletromiográfica em cada músculo analisado foi descrita na tabela 4 e 5, como valor em média dos grupos nas diferentes tarefas (AA75 e 90: Alcance anterior 75 e 90% e ALD75 e 90: Alcance lateral direito 75 e 90%).

Tabela 4. Médias±DP da Ativação Eletromiográfica dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidos, bilateralmente, durante as atividades de Alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo

	LMFA	LMS	C
Atividade AA 75			
LDD (µV)	6,67 (± 4,34) ^a	6,88 (± 4,55) ^a	14,12 (± 7,22)
LDE (µV)	7,46 (± 4,27) ^a	5,26 (± 3,03) ^a	15,56 (±6,84)
ICD (µV)	7,27 (± 5,60)	11,85(± 12,83) ^a	4,41 (±2,06)
ICE (µV)	12,68 (± 12,35) ^a	9,65 (± 8,81)	5,31 (±2,92)
MD (µV)	3,92 (± 2,08) ^a	3,02 (± 1,44) ^a	8,81 (±4,51)
ME (µV)	6,30 (± 7,44) ^{a b}	2,65 (± 1,21) ^a	8,89 (±4,19)
Comparação da média de ativação entre os músculos (intra-grupo)	p-valor		
	0,0189	0,0076	< 0,001
Atividade AA 90			
LDD (µV)	7,39(± 4,87) ^a	7,72 (±5,21) ^a	17,54 (±8,48)
LDE (µV)	8,22(±5,03) ^a	6,76 (±7,04) ^a	19,64 (±8,19)
ICD (µV)	6,71 (±4,23)	13,36 (±14,41) ^a	5,25 (±2,90)
ICE (µV)	10,74 (±5,43) ^a	11,26 (±8,55) ^a	6,20 (±4,00)
MD (µV)	4,27 (±2,48) ^a	3,68 (±2,04) ^a	10,16 (±4,75)
ME (µV)	7,04 (±8,85) ^{a b}	2,73 (±1,09) ^a	10,31 (±4,32)
Comparação da média de ativação entre os músculos (intra-grupo)	p-valor		
	0,1069	0,0931	< 0,001

a = p < 0,05 versus C ;

b = p < 0,05 versus LMS

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

LDD e LDE; longuíssimo do dorso direito e esquerdo, ICD e ICE iliocostal direito e esquerdo, MD e ME: multífidos direito e esquerdo.

Atividade AA 75 e ALD 90: Alcance anterior a 75 e 90% da distância máxima

A tabela 4 mostra que durante a tarefa de alcance anterior a 75% do alcance máximo, nota-se diferença significativa entre o grupo controle e os grupos de indivíduos com lesão medular em todos os músculos, com média maior para o grupo controle, exceto para o músculo iliocostal direito que a média foi maior no grupo lesado medular sedentário e iliocostal esquerdo que o grupo lesado medular ativo ativou mais. Essa diferença significativa só não ocorre no músculo iliocostal direito do grupo com lesão praticante de esporte e o iliocostal esquerdo do grupo com lesão sedentário, apresentando um valor médio estatisticamente igual do grupo controle. Entre os grupos com lesão medular, só foi observada diferença significativa na ativação média do músculo multífido esquerdo, com média maior no grupo com lesão medular e fisicamente ativo.

Ainda nessa atividade, na avaliação intragrupo, podemos observar no grupo controle um média significativamente maior de ativação para o músculo longuíssimo do dorso, bilateralmente. Para o grupo com lesão medular fisicamente ativo houve uma maior ativação do músculo iliocostal esquerdo, e o lesado medular sedentário para músculos iliocostais, bilateralmente.

Ainda na tabela 4, na tarefa de alcance anterior a 90% do alcance máximo, nota-se diferença significativa entre o grupo controle e os grupos com indivíduos com lesão medular em quase todos os músculos, com maior média de ativação para o grupo controle, exceto no músculo iliocostal direito que apresenta maior média para o grupo com lesão sedentário e o iliocostal esquerdo que apresenta maior média no grupo com lesão e fisicamente ativo. Entre os grupos com lesão medular, só foi observada diferença na ativação média do músculo multífido esquerdo, com média maior para o grupo com lesão medular e fisicamente ativo.

Ainda nessa atividade, na avaliação intragrupo, podemos observar no grupo controle um média significativamente maior de ativação para o músculos longuíssimo do dorso e multífidis, bilateralmente. Já para os grupos com lesão medular, não observamos diferença significativa entre os músculos.

Tabela 5. Médias±DP da Ativação Eletromiográfica dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidos, bilateralmente, durante as atividades de Alcance lateral para a direita a 75 e 90% do alcance máximo

	LMFA	LMS	C
Atividade ALD 75			
LDD (µV)	4,78 (±1,95)	4,12 (±2,53)	4,90 (±3,74)
LDE (µV)	8,03 (±7,40)	4,68 (±3,37) ^a	9,10 (±4,16)
ICD (µV)	4,79 (±2,52)	5,86 (±6,92)	3,04 (±2,24)
ICE (µV)	16,29 (±10,22) ^a	10,82 (±8,15) ^a	4,98 (±2,22)
MD (µV)	2,78 (±0,75)	2,58 (±0,95)	3,65 (±2,70)
ME (µV)	3,12 (±0,93) ^a	2,80 (±1,90) ^a	5,88 (±2,81)
Comparação da média de ativação entre os músculos (intra-grupo)	p- valor	0,0358	0,0198
		0,0141	
Atividade ALD 90			
LDD (µV)	4,57 (±1,83)	3,90 (±2,35)	5,97 (±5,88)
LDE (µV)	7,49 (±5,00)	5,00 (±3,88) ^a	10,69 (±7,63)
ICD (µV)	5,46 (±3,50)	5,84 (±5,98)	3,80 (±2,48)
ICE (µV)	17,92 (±12,18) ^a	12,11 (±10,46) ^a	5,51 (2,84)
MD (µV)	2,88 (±0,72)	2,58 (±0,95)	4,17 (±3,42)
ME (µV)	6,60 (±10,60) ^b	2,75 (±1,62) ^a	6,43 (±3,45)
Comparação da média de ativação entre os músculos (intra-grupo)	p- valor	0,0131	0,0292
		0,0208	

a = p < 0,05 versus C ;

b = p < 0,05 versus LMS

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

LDD e LDE; longuíssimo do dorso direito e esquerdo, ICD e ICE iliocostal direito e esquerdo, MD e ME: multífidos direito e esquerdo.

Atividade ALD 75 e ALD 90: Alcance lateral para a direita a de 75 e 90% da distância máxima

De acordo com a tabela 5, na atividade de alcance lateral para a direita a 75%, nota-se diferença significativa entre o grupo controle e os grupos de indivíduos com lesão medular somente nos músculos Iliocostal e multífido esquerdo de ambos os grupos, com ativação maior do iliocostal para os grupos com lesão medular e do multífido para o grupo controle, e entre o controle e grupo com lesão medular sedentário para o músculo latíssimo do dorso esquerdo, com maior média de ativação para o grupo controle. Entre os grupos com lesão medular não foram encontradas diferenças significativas na ativação média dos músculos.

Ainda nessa atividade, na análise intragrupo, podemos observar no grupo controle um média significativamente maior de ativação para o músculos longuíssimo do dorso esquerdo. No grupo com lesão medular fisicamente ativo a maior média ativação apareceu no músculos longuíssimo do dorso e iliocostal, ambos do lado esquerdo, já o grupo com lesão e sedentário apresentam maior ativação do músculo iliocostal esquerdo.

Ainda na tabela 5, na atividade de alcance lateral para a direita a 90% nota-se diferença significativa entre o grupo controle e os grupos com indivíduos com lesão medular somente no músculo iliocostal esquerdo de ambos os grupos, com ativação maior dos grupos com lesão, e entre o controle e o grupo com lesão medular sedentários para longuíssimo do dorso esquerdo e multífido esquerdo, com maior ativação para o grupo controle. Entre os grupos com lesão medular foi encontrado diferença significativa na ativação média do músculo multífido esquerdo, com maior média de ativação do grupo com lesão fisicamente ativo.

Ainda nessa atividade, na análise intragrupo, podemos observar no grupo controle um média significativamente maior de ativação para o músculos longuíssimo do dorso esquerdo. Já para os grupos com lesão medular, a maior ativação média apareceu nos músculos iliocostais, também do lado esquerdo.

Na sequência de gráficos (figura 14), observa-se o padrão do comportamento muscular durante a tarefa de alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo.

Figura 14. Tendência do comportamento muscular na tarefa de alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo.

Na figura 14, podemos observar que o músculo longuíssimo do dorso e multífidos, bilateralmente, tem uma ativação média maior no grupo controle do que nos grupos com lesão em ambas tarefas apresentadas.

Para os músculos longuíssimo do dorso, bilateralmente, no grupo controle o pico de ativação ocorreu por volta dos 50-60% do tempo de realização em ambas as tarefas de alcance anterior. Já nos indivíduos com lesão medular, nenhum pico de ativação muscular foi observado e eles apresentam uma média de ativação mais baixa do que o controle, também em ambas as tarefas de alcance anterior (75 e 90% do alcance máximo).

No músculo iliocostal direito, o grupo com lesão e sedentário apresenta uma média de ativação maior que os outros grupos, com ocorrência de pico de ativação a 60% do tempo utilizado para realizar o alcance anterior a 75% e entre 60-70% do tempo na tarefa de alcance anterior a 90%. No grupo com lesão e fisicamente ativo, esse músculo apresenta um pico que ocorre a 50-60% do tempo da tarefa de alcance anterior a 75% e entre 70-80% na tarefa de alcance anterior a 90%.

No músculo iliocostal esquerdo o grupo com lesão e ativo apresenta uma média de ativação maior que os outros grupos e seu pico ocorre entre 50-60% do tempo utilizado na tarefa de alcance anterior a 75% e entre 60-70% do tempo na tarefa de alcance anterior a 90%. O grupo com lesão e sedentário apresenta um pico de ativação entre 60-70% do tempo para a realização das tarefas de alcance anterior.

Nos músculos multífidos, bilateralmente, todos os grupos apresentam um padrão de ativação mais baixa e sem picos durante o tempo.

Na sequência de gráficos (figura 15), observa-se o padrão do comportamento muscular durante a tarefa de alcance lateral a 75 e 90% do alcance máximo.

Figura 15, Padrão do comportamento muscular na tarefa de alcance lateral a 75 e 90% do alcance máximo.

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

Os músculos do lado direito (LDD, ICD e MD), demonstram um baixo padrão de ativação em ambas as tarefas de alcance lateral.

O músculo longuíssimo do dorso esquerdo tem um padrão a ser ativado pelo grupo controle mais no final da atividade, e pelo grupo lesado medular fisicamente ativo mais no início da atividade (tanto a 75 quanto a 90% do alcance lateral máximo).

Já o músculo iliocostal esquerdo apresenta uma ativação média maior nos grupos com lesão medular do que no controle, sendo que o pico de ativação do grupo LMFA é maior e mais precoce do que o grupo LMS.

No músculo multífido esquerdo, os grupos com lesão medular apresentam um platô de ativação com o passar do tempo em ambas as tarefas (alcance lateral para a direita a 75 e 90% do alcance máximo) e o controle apresenta um pico de ativação a 70% do tempo também em ambas as tarefas.

Na tabela 6, foram fixados os músculos e os grupos, assim, as atividades de alcance anterior foram comparadas entre as suas diferentes proporções (75 e 90% do alcance máximo).

Tabela 6. Comparações entre as médias±DP de ativação dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidis, bilateralmente durante as atividades Alcance anterior a 75 e 90% do alcance máximo, em todos os grupos avaliados.

Grupo	Atividades	LDD	LDE	ICD	ICE	MD	ME
LMFA	AA75	6,97 (± 4,34)	7,46 (±4,27)	7,27 (± 5,60)	8,86 (±5,29)	3,92 (± 2,08)	6,30 (± 7,44)
	AA90	7,39 (± 4,87)	8,22* (±5,03)	6,71 (±4,23)	10,74* (±5,43)	4,27 (±2,47)	7,04* (±8,85)
LMS	AA75	7,00 (± 4,85)	5,33 (±3,20)	11,85 (± 12,83)	9,52 (± 9,34)	3,02 (±1,44)	2,68 (±1,28)
	AA90	8,07* (±5,45)	6,76 (±7,04)	13,36 (±14,41)	11,26* (±8,55)	3,68 (±2,04)	2,73 (±1,09)
C	AA75	14,12 (± 7,22)	15,56 (±6,84)	4,41 (±2,06)	5,31 (±2,92)	8,81 (±4,51)	8,89 (±4,19)
	AA90	17,54* (±8,48)	19,64* (±8,19)	5,25* (±2,9)	6,20* (±3,99)	10,16* (±4,75)	10,31* (±4,32)

* $p < 0,05$ para comparação entre atividades, considerando como fatores fixos: grupo e músculo.

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular Sedentário; C: Grupo Controle

LDD e LDE; longuíssimo do dorso direito e esquerdo, ICD e ICE iliocostal direito e esquerdo, MD e ME: multífidis direito e esquerdo.

Atividade AA 75 e AA 90: Alcance anterior a de 75 e 90% da distância máxima.

Na tabela 6 quando comparamos o alcance anterior a 75 e 90% em cada grupo, observamos diferença significativa em todos os músculos dentro do grupo controle. Já no grupo com lesão e fisicamente ativo ocorreu essa diferença somente nos músculos do lado esquerdo (LDE, ICE e ME) e no grupo com lesão e sedentário a diferença significativa ocorreu somente nos músculos longuíssimo do dorso esquerdo e iliocostal direito.

Na tabela 7, também foram fixados os músculos e os grupos, mas nesse caso comparamos entre as atividades de alcance lateral para a direita nas suas diferentes proporções (75 e 90% do alcance máximo).

Tabela 7. Comparações entre as médias $\pm$ DP de ativação dos músculos longuíssimo do dorso, iliocostal e multífidos, bilateralmente durante as atividades Alcance Lateral para a direita a 75 e 90% do alcance máximo, em todos os grupos avaliados.

Grupo	Atividades	LDD	LDE	ICD	ICE	MD	ME
LMFA	ALD75	4,78 ($\pm 1,95$)	8,03 ($\pm 7,40$)	4,790 ($\pm 2,516$)	16,293 ($\pm 10,222$)	2,781 ($\pm 0,747$)	3,121 ($\pm 0,931$)
	ALD90	4,57 ($\pm 1,83$)	7,491 ($\pm 5,00$)	5,464 ($\pm 3,498$)	17,920 ($\pm 12,184$)	2,878 ($\pm 0,716$)	6,601 ($\pm 10,597$)
LMS	ALD75	4,17 ($\pm 2,68$)	4,80 ($\pm 3,56$)	6,292 ($\pm 7,198$)	11,291 ($\pm 8,498$)	2,651 ($\pm 0,976$)	2,805 ($\pm 1,902$)
	ALD90	3,90 ($\pm 2,35$)	5,00 ($\pm 3,88$)	5,842 ($\pm 5,981$)	12,113 ($\pm 10,459$)	2,581 ($\pm 0,949$)	2,754 ($\pm 1,623$)
C	ALD75	4,90 ($\pm 3,74$)	9,10 ($\pm 4,16$)	3,043 ($\pm 2,242$)	4,979 ($\pm 2,216$)	3,651 ($\pm 2,700$)	5,884 ($\pm 2,806$)
	ALD90	5,97 ($\pm 5,88$)	10,69 ($\pm 7,63$)	3,804 ($\pm 2,481$)	5,510 ($\pm 2,839$)	4,386 ($\pm 3,560$)	6,427 ($\pm 3,449$)

**p < 0,05 para comparação entre atividades, considerando como fatores fixos: grupo e músculo.*

LMFA: Grupo Lesado Medular Fisicamente Ativo; LMS: Grupo Lesado Medular

Sedentário; C: Grupo Controle

LDD e LDE; longuíssimo do dorso direito e esquerdo, ICD e ICE iliocostal direito e esquerdo, MD e ME: multífidos direito e esquerdo.

Atividade ALD 75 e ALD 90: Alcance lateral para direita a de 75 e 90% da distância máxima.

Na tabela 7, quando comparamos o alcance lateral pra a direita a 75 e 90% em cada grupo, não observamos diferença significativa em nenhum os músculos em nenhum dos grupos.

10. Discussão

Os dados avaliados na anamnese obtidos nesse estudo corroboram com diversos outros estudos que envolvem indivíduos com lesão medular. A faixa dos participantes foi de 20-60 anos e média entre 30-40 anos, corroborando com a literatura que aponta a maior ocorrência de traumatismo raquimedular na faixa entre 15 e 40 anos e em homens (PILLASTRINI et al., 2008; RIBERTO et al., 2005; VENTURINI; DECESARO; MARCON, 2007). No nosso estudo só foram incluídos indivíduos do sexo masculino pois eles correspondem a mais de 80% dos voluntários avaliados.

Existem muitos poucos artigos que usaram a MIF para avaliar o benefício funcional de esportes terrestres adaptados.

A melhor pontuação para o grupo ativo ocorreu nos subitens relacionados a auto cuidados e transferências, assim como no score final da MIF. Os resultados sugerem que indivíduos que praticam algum tipo de exercício físico de forma regular tem benefícios relacionados a independência funcional, principalmente com relação a aspectos motores. Nossos resultados corroboram com o estudo de Silva, em que observou que o exercício físico, no caso a natação, melhorou o desempenho na realização de transferências, aspectos motores em geral e ao score total, por meio do questionário MIF (SILVA et al., 2005).

Nosso estudo não observou nenhuma alteração cognitiva nos indivíduos com lesão medular avaliados. A literatura destaca que os domínios cognitivos da MIF (que incluem perguntas sobre: compreensão, expressão, interação social, resolução de problemas e memória) podem resultar em um falso negativo e o valor máximo encontrado para esses domínios podem gerar um platô de normalidade (RIBERTO et al., 2005). Não observamos nenhuma correlação entre os domínios da MIF e os desfechos avaliados na anamnese e ASIA, como nível e tempo de lesão, tempo de atividade física, idade.

No domínio Locomoção, que avaliou a locomoção em lugares planos ou leve inclinação e subir escadas, todos apresentaram a mesma pontuação (7 pontos) pois referiam as mesmas dificuldades.

Pessoas com lesão medular sofrem uma importante diminuição na qualidade de vida principalmente com relação a aspectos sociais (VALL et al., 2006). Por esse mesmo motivo, nesse estudo realizamos o questionário da MIF completo, já que queríamos avaliar o impacto do exercício físico também sobre os aspectos sociais.

O teste de alcance funcional sentado (DUNCAN et al., 1990) é uma avaliação clínica de controle postural que realiza a medida da distância do alcance máximo. Esse teste é uma avaliação confiável e também pode ser usado em indivíduos com lesão medular (LYNCH; LEAHY; BARKER, 1998; MEDOLA et al., 2009).

Indivíduos que sofreram trauma raquimedular e praticam basquete na cadeira de rodas, conseguem mudar o tronco de direção (antero-posterior e latero-lateral) mais rapidamente do que indivíduos com lesão sedentários E que entre os voluntários praticantes de basquete, o movimento que foi realizado mais rapidamente foi o latero-lateral e eles sugerem que a atividade física pode melhorar o controle postural latero-lateral. (SANTOS et al., 2014). Em nosso estudo não houve diferença significativa entre os alcances funcionais quando comparado os grupos com lesão medular atleta e sedentário. Mas, quando comparados os grupos com lesão e o grupo controle, essa diferença aparece. Isso mostra que indivíduos que sofreram trauma raquimedular possuem diminuição do alcance funcional, anterior e lateral, e a atividade física não demonstrou benefícios relacionados a essa avaliação.

A dificuldade na manutenção de um bom alinhamento na posição sentada é observada nos pacientes com lesão medular. Isso leva esses sujeitos, principalmente os que não possuem controle de tronco, a sentar-se no sacro, neste momento ocorrem uma retroversão pélvica, retificação da lordose lombar, aumento da cifose dorsal, projeção de ombros e cabeça para frente e consequente modificação na curvatura fisiológica da coluna cervical. Essa postura interfere também na mecânica respiratória, pois o peso da cabeça fletida e projetada para frente cai sobre o esterno (ATRICE et al., 2004).

Nesse estudo utilizamos um objeto de fácil manuseio com uma alça que facilita a preensão e com um peso fixo e leve, uma vez que, o aumento do peso dificulta a atividade de preensão (CESARI; NEWELL, 1999), e isso poderia gerar muitas compensações que fogem ao objetivo deste estudo.

Muitos indivíduos com lesão medular usam o movimento com padrões atípico para compensar uma deficiência motora e uma instabilidade do tronco (CHEN et al.,

2003; SEELEN et al., 1998). Assim, utilizamos a eletromiografia de tronco para avaliar o padrão de ativação muscular entre os grupos.

Os resultados do presente estudo mostraram que na tarefa de alcance lateral direito a 75% do alcance máximo que o grupo com lesão medular fisicamente ativos atacam significativamente mais os músculos iliocostal e longuíssimo do dorso, ambos do lado esquerdo, o que faz com que mostre uma semelhança com o grupo controle, que ativa mais o músculo longuíssimo do dorso esquerdo. Nas demais atividades, não observamos semelhança no padrão de ativação do controle com os grupos com lesão, mostrando uma forma de adaptação de ativação muscular dos indivíduos que sofreram trauma medular para a realização dessas tarefas.

O estudo de Field-Fote et.al., indica que a o teste de alcance sentado para diversas direções (frente, lateral com membros superiores a 90 graus e bilateral, e posterior) fornece uma medida válida e confiável para avaliar o controle postural de indivíduos com lesão medular incompleta. (FIELD-FOTE; RAY, 2010). No nosso estudo, não encontramos diferença significativa entre os indivíduos com lesão medular praticantes ou não de esporte, houve diferença somente entre o grupo controle e os indivíduos com lesão medular.

O músculo iliocostal lombar realiza extensão da coluna vertebral na área torácica inferior e traciona as costelas para baixo. Os multífidis realizam a extensão da coluna e faz rotação do tronco para o lado oposto. O músculo longuíssimo do dorso além de também fazer a extensão da coluna, realiza a flexão lateral da coluna vertebral na área torácica e traciona as costelas para baixo (KENDALL et al., 2007).

Nossos resultados apontam uma maior ativação média dos músculos longuíssimo do dorso e multífidis durante a tarefa de alcance anterior e do músculo longuíssimo do dorso esquerdo no alcance lateral direito no grupo controle. Já nos grupos em que os participantes sofreram trauma raquimedular (tanto no LMFA quanto no LMS), na tarefa de alcance anterior a ativação média foi maior para os músculos iliocostais bilateralmente e na tarefa de alcance lateral para direita a ativação média foi maior para o músculo iliocostal esquerdo.

Portanto, nas tarefas de alcance anterior a 75 e 90% e alcance lateral direito a 75 e 90%, os dois grupos com lesão medular ativam com uma média maior os músculos iliocostais e esse padrão é diferente do que foi apresentado no grupo controle. O que pode significar um padrão de adaptação do lesado medular, que na

falta de conseguir ativar de forma adequada os músculos corretos, se adequaram a condição imposta utilizando compensações.

Nos pacientes com lesão medular, como existe a perda de ativação muscular abaixo do nível de lesão, fazem uso de novos padrões de ativação muscular, utilizando músculos intactos, para se adaptarem e além de manterem o controle e a estabilidade postural durante a realização das atividades necessárias do dia a dia (SEELEN et al., 1997).

Os músculos dorsais são innervados pelos ramos dorsais dos nervos espinhais, eles se dividem em ramos e se dirigem posteriormente, cada um desses ramos se anastomosa com ramos supra e infra-jacentes formando um plexo (DÂNGELO; FATTINI, 2003). Os músculos são innervados dessa forma de maneira segmentar. Em nosso estudo, os músculos avaliados se encontravam abaixo do nível de lesão, uma vez que todos os músculos se encontravam na região lombar e as lesões foram torácicas. Portanto, eles utilizaram uma musculatura que não estaria sendo ativada já que a lesão foi classificada como completa pela escala ASIA, o que mostra uma possível condução nervosa nesses feixes desses músculos que possibilitam uma ativação, com padrões distintos, dos músculos avaliados.

Um estudo de caso com um indivíduo que apresentava lesão completa no nível de T3 demonstrou a ativação de músculos do tronco (músculos abdominais, eretores da espinha e músculos da porção superior do tronco) abaixo da lesão, durante tarefas como flexão, extensão e inclinação na cadeira de rodas com perturbações externas. Esse sujeito com paraplegia foi capaz de ativar todos os músculos analisados e só diferenciou do indivíduo sem lesão no tempo e no padrão de ativação muscular (BJERKEFORS et al., 2009). Semelhante a esse, foram os resultados encontrados nesse estudo, pois os músculos abaixo da lesão foram ativados mas o padrão do comportamento muscular durante o tempo foi diferente entre os indivíduos com lesão medular e o grupo controle.

Uma contribuição observada em indivíduos com lesão medular que praticam basquete na cadeira de rodas foi a capacidade de melhorar a velocidade de movimentação em toda a tarefa. Durante o treinamento, os atletas de basquete de cadeira de rodas são treinados e acostumados a realizar atividades com rapidez, como arremessar várias vezes a bola em um curto prazo de tempo. Tais movimentos podem ser realizados de duas maneiras: com o movimento apenas do braço ou

com movimento de tronco e do braço ao mesmo tempo. Quando o atleta executa o movimento com o braço e avança ao mesmo tempo com o tronco, ocorre a mudança do centro de pressão, e conseqüentemente ele necessita de estratégias de compensação para que mantenha o equilíbrio na postura sentada (JANSSEN-POTTEN et al., 2000).

Indivíduos que sofreram trauma raquimedular e praticam basquete na cadeira de rodas, conseguem mudar o tronco de direção (antero-posterior e latero-lateral) mais rapidamente do que indivíduos com lesão sedentários E que entre os voluntários praticantes de basquete, o movimento que foi realizado mais rapidamente foi o latero-lateral e eles sugerem que a atividade física pode melhorar o controle postural latero-lateral. (SANTOS et al., 2014).

No presente estudo, quando comparamos as tarefas dentro de cada grupo, o alcance anterior apresenta diferença estatística em todos os músculos, dentro do grupo controle, o que sugere que indivíduos sem lesão apresentam uma média de ativação maior quando o objeto está mais distante e portanto precisam fazer uma maior movimentação com o tronco para realizar a atividade. Já no grupo LMFA ocorreu essa diferença somente nos músculos do lado esquerdo (LDE, ICE e ME) e no grupo LS a diferença significativa ocorreu somente nos músculos LDE e ICD. O que mostra uma possível estratégia diferente do controle para que eles possam realizar as duas atividades de alcance anterior.

Quando comparamos as tarefas dentro de cada grupo, o alcance lateral para a direita não apresenta diferença estatística em nenhum dos músculos, em nenhum dos grupos. O que sugere que nenhum dos grupos desse estudo apresentou uma média de ativação maior nos músculos avaliados mesmo dificultando a tarefa e colocando o objeto mais distante (a 90% do alcance máximo). Talvez isso ocorreu por se tratar de um alcance lateral sentado e portanto exige uma maior movimentação do tronco superior do que inferior, que é onde estariam os músculos avaliados, e portanto, talvez esse movimento necessite uma menor ativação de músculos lombares e maior ativação de músculos na região torácica.

Outra explicação seria que para o grupo controle esse movimento, por incluir uma distância de alcance pequena (no máximo até o solo), tenha sido um movimento de fácil execução e por isso necessitou de pouca ativação muscular lombar.

Em geral o centro de gravidade dos indivíduos com lesão medular é deslocado mais posteriormente do que dos indivíduos sem lesão. A maioria dos indivíduos com lesão medular apresentam uma cifose lombar e sentam-se com a pelve retrovertida de pelo menos 15 graus (HOBSON, D. A., 1992; HOBSON, D.A.; TOOMS, 1992). Nesse sentido, o posicionamento retrovertido da pelve com o indivíduo sentado na cadeira pode ter diminuído a mobilidade de tronco e por isso limitou a movimentação e a ativação muscular

Estudos futuros com um número amostral maior e com maior número de músculos avaliados são necessários para observar quais estratégias usadas por indivíduos que sofreram trauma raquimedular para realizar essas atividades e assim guiar um treinamento específico para esses músculos afim de melhorar o controle postural e equilíbrio dessas pessoas e melhorar a função e promover melhor qualidade de movimento.

11. Conclusão

O esporte após a lesão medular trouxe benefícios para a independência funcional, relacionado a tarefas motoras, como transferências e auto cuidado.

Com relação ao alcance funcional anterior e lateral, notamos que os indivíduos que sofreram lesão apresentam um alcance muito diminuído quando comparado com o controle e não observamos benefícios nesse aspecto causados pelo esporte adaptado.

Com relação ao controle de tronco durante as atividades de alcance e preensão anterior e lateral, observamos poucas diferenças entre os grupos com lesão, mas observamos que eles utilizam estratégias de ativação muscular diferentes do que os indivíduos sem lesão para realizar essas tarefas. Na maioria das atividades, o grupo controle ativa mais o musculo longuíssimo do dorso e os indivíduos com lesão medular utilizam mais o iliocostal. O grupo fisicamente ativo apenas na tarefa de alcance lateral a 75% do alcance máximo apresentou maior ativação do musculo longuíssimo do dorso de forma similar ao grupo controle.

Com relação ao alcance funcional anterior e lateral, notamos que os indivíduos que sofreram lesão apresentam um alcance muito diminuído quando comparado com o controle e não observamos benefícios nesse aspecto causados pelo esporte adaptado.

12. Limitações do estudo

Limitações na classificação ASIA, já que ela classifica o tipo de lesão, completa ou incompleta, usando somente o critério de controle motor ou sensitivo esfinteriano.

Limitações no questionário de Medida de Independência Funcional (MIF), já que essa ferramenta avalia o indivíduo somente através de questões e não avalia a execução e qualidade do movimento.

Limitação por não termos avaliado musculatura flexora de tronco e não ter associado a nenhuma avaliação cinemática.

Talvez a tarefa escolhida não foi a mais adequada para avaliar ativação muscular lombar.

13. Referências

- ABREU, D. C. et al. Interference of different types of seats on postural control system during a forward-reaching task in individuals with paraplegia. **Int J Rehabil Res**, v. 35, n. 3, p. 208-13, Sep 2012.
- AMADIO, A. C.; SERRÃO, J. C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Rev Bras Educ Fís Esp**, v. v.21, p. p. 61-85, 2007.
- ATRICE, M. B. et al. **Lesão medular traumática**. 4 ed. Barueri: 2004.
- BARROS FILHO, T. E. P. et al. Avaliação padronizada nos traumatismos raquimedulares. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 29, n. 3, p. 99 -106, março 1994.
- BEEKMAN, C. **Paciente com lesão medular**. Rio de janeiro: 2007.
- BEHM, D. G.; ANDERSON, K.; CURNEW, R. S. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. **J Strength Cond Res**, v. 16, n. 3, p. 416-22, Aug 2002.
- BERGMARK, A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. **Acta Orthop Scand Suppl**, v. 230, p. 1-54, 1989.
- BJERKEFORS, A. et al. Trunk muscle activation in a person with clinically complete thoracic spinal cord injury. **J Rehabil Med**, v. 41, n. 5, p. 390-2, Apr 2009.
- BURNS, A. S.; DITUNNO, J. F. Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 26, n. 24 Suppl, p. S137-45, Dec 15 2001.
- CARVALHO, D. C. L.; CARVALHO, M. M.; CLIQUET, J. A. Osteoporose por desuso: Aplicação na Reabilitação do Lesado Medular. **Ácta Ortopédica Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 34-43, julho/setembro 2001.
- CESARI, P.; NEWELL, K. M. The scaling of human grip configurations. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 25, n. 4, p. 927-35, Aug 1999.
- CHAN, S. C.; CHAN, A. P. User satisfaction, community participation and quality of life among Chinese wheelchair users with spinal cord injury: a preliminary study. **Occup Ther Int**, v. 14, n. 3, p. 123-43, 2007.
- CHEN, C. L. et al. The relationship between sitting stability and functional performance in patients with paraplegia. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 84, n. 9, p. 1276-81, Sep 2003.
- CRISTIANE, A. R. L. **Aspectos clínicos. In: Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação**. São Paulo: 2005.

DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar para o estudante de medicina**. 2ed. São Paulo: 2003.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of applied biomechanics**, v. v.13, p. p.135-163, 1997.

DEAN, C.; SHEPHERD, R.; ADAMS, R. Sitting balance I: trunk-arm coordination and the contribution of the lower limbs during self-paced reaching in sitting. **Gait Posture**, v. 10, n. 2, p. 135-46, Oct 1999.

DEFINO, H. L. A.; ZARDO, E. A. **Trauma Raquimedular**. 3 ed. São Paulo: 2003.

DUNCAN, P. W. et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. **J Gerontol**, v. 45, n. 6, p. M192-7, Nov 1990.

EDGERTON, V. R. et al. How the science and engineering of spaceflight contribute to understanding the plasticity of spinal cord injury. **Acta Astronaut**, v. 47, n. 1, p. 51-62, Jul 1 2000.

EL MASRY, W. S. et al. Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) motor score and the National Acute Spinal Cord Injury Study (NASCIS) motor score. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 21, n. 5, p. 614-9, Mar 1 1996.

FENG, C. J.; MAK, A. F. T. Three-Dimensional Motion Analysis of the Voluntary Elbow Moviment in Subjects with Spasticity. **IEEE Transactions on Rehabilitation Engennering**, v. 5, n. 3, p. 253-262, 1997.

FIELD-FOTE, E. C.; RAY, S. S. Seated reach distance and trunk excursion accurately reflect dynamic postural control in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 48, n. 10, p. 745-9, Oct 2010.

GORGATTI, M. G.; BOHME, M. T. S. Pontência de membros Superiores e Agilidade em Jogadores de Basquetebol em Cadeira de Rodas. **Revista da Sobama**, v. v.7, n. n.1, p. p.9 - 14, 2002.

GRANGER, C. V. et al. Advances in functional assessment for medical rehabilitation. **Topics in Geriatric Rehabilitation**, v. 1, n. 3, p. 59-74, 1986.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 361-74, Oct 2000.

HOBSON, D. A. Comparative effects of posture on pressure and shear at the body-seat interface. **J Rehabil Res Dev**, v. 29, n. 4, p. 21-31, Fall 1992.

HOBSON, D. A.; TOOMS, R. E. Seated lumbar/pelvic alignment: a comparison between spinal-cord injured and noninjured groups. **Spine**, v. 17, n. 3, p. 293-298, 1992.

HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 21, n. 22, p. 2640-50, Nov 15 1996.

HOPMAN, M. T. et al. Blood redistribution and circulatory responses to submaximal arm exercise in persons with spinal cord injury. **Scand J Rehabil Med**, v. 30, n. 3, p. 167-74, Sep 1998.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age Ageing**, v. 35 Suppl 2, p. ii7-ii11, Sep 2006.

JANSSEN-POTTEN, Y. J. et al. The effect of seat tilting on pelvic position, balance control, and compensatory postural muscle use in paraplegic subjects. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, n. 10, p. 1393-402, Oct 2001.

JANSSEN-POTTEN, Y. J. et al. Chair configuration and balance control in persons with spinal cord injury. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 81, n. 4, p. 401-8, Apr 2000.

KENDALL, F. P. et al. **Músculos: Provas e Funções**. 5ª ed. 2007.

KISNER, G.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 4 ed. São Paulo: 2005.

LEE, B. B. et al. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. **Spinal Cord**, v. 52, n. 2, p. 110-6, Feb 2014.

LIECHTI, M. et al. Vestibulospinal responses in motor incomplete spinal cord injury. **Clin Neurophysiol**, v. 119, n. 12, p. 2804-12, Dec 2008.

LYNCH, S. M.; LEAHY, P.; BARKER, S. P. Reliability of measurements obtained with a modified functional reach test in subjects with spinal cord injury. **Phys Ther**, v. 78, n. 2, p. 128-33, Feb 1998.

MANNS, P. J.; CHAD, K. E. **Determining the Relation Between Quality of Life, Handicap, Fitness, and Physical Activity for Persons With Spinal Cord Injury**. 1999.

MATOS-SOUZA, J. R. et al. Physical activity is associated with improved subclinical atherosclerosis in spinal cord injury subjects independent of variation in traditional risk factors. **Int J Cardiol**, v. 167, n. 2, p. 592-3, Jul 31 2013.

MATTOS, E. Esportes adaptados para portadores de deficiências físicas: implicações e aplicações., Simpósio Paulista de Educação Física Adaptada, 1990. São paulo.

MAYARD, F. M. Padrões Internacionais para Classificação Neurológica e Funcional de Lesão na Medula Espinhal. **American Spinal Injury Association International Medical Society of Paraplegia ASIA/IMSOP**, 1999.

MEDOLA, F. O. et al. Avaliação do Alcance Funcional de Indivíduos com Lesão Medular Espinhal Usuários de Cadeiras de Rodas. **Revista Movimenta**, v. vol. 2, n. n.1, 2009.

MINCKEL, J. L. Seating and mobility considerations for people with spinal cord injury. **Phys Ther**, v. 80, n. 7, p. 701-9, Jul 2000.

MOGK, J. P.; KEIR, P. J. Crosstalk in surface electromyography of the proximal forearm during gripping tasks. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 13, n. 1, p. 63-71, Feb 2003.

MORENO, M. A. et al. Effects of Wheelchair Sports on Respiratory Muscle Strength and Thoracic Mobility of Individuals with Spinal Cord Injury. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.**, v. Vol. 91, n. n. 6 p. p. 470 - 477, 2012.

NASH, M. S. Exercise as a health-promoting activity following spinal cord injury. **J Neurol Phys Ther**, v. 29, n. 2, p. 87-103, 106, Jun 2005.

NOREAU, L. et al. Relationship of impairment and functional ability to habitual activity and fitness following spinal cord injury. **Int J Rehabil Res**, v. 16, n. 4, p. 265-75, Dec 1993.

OLIVEIRA, I. M. Atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral de indivíduos normais e com disfunção femoropatelar. **Rev. da Saúde de UCPEL**, v. v.1, n. n.1, 2007.

PILLASTRINI, P. et al. Evaluation of an occupational therapy program for patients with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 46, n. 1, p. 78-81, Jan 2008.

RIBERTO, M. et al. Validação da versão Brasileira da Medida de Independência Funcional. **Acta Fisiatr.**, v. v.11, p. p. 72 - 76, 2004.

RIBERTO, M. et al. Independência Funcional de pacientes com lesão medular. **Acta Fisiatr** v. 12(2), p. 61-66, 2005.

RICCI, N. A. K., M.T.; CORDEIRO, R.C. Concordância de observações sobre a capacidade funcional de idosos em assistência domiciliar. **Rev. Saúde Pública vol.39 no.4 São Paulo Aug. 2005**, v. vol.39(4), p. 655-62, 2005.

ROGERS, S. M. Chapter Two : Factors That Influence Exercise Tolerance. p. 25-32, 2002.

SANTOS, S. S. et al. Analysis of velocity and direction of trunk movement in wheelchair basketball athletes. **MEDICALEXPRESS**, v. 1, n. 2, 2014. Disponível em: < 51 >.

SEELLEN, H. A.; JANSSEN-POTTEN, Y. J.; ADAM, J. J. Motor preparation in postural control in seated spinal cord injured people. **Ergonomics**, v. 44, n. 4, p. 457-72, Mar 15 2001.

SEELLEN, H. A. et al. Development of new muscle synergies in postural control in spinal cord injured subjects. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 8, n. 1, p. 23-34, Feb 1998.

SEELIN, H. A. et al. Impaired balance control in paraplegic subjects. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 7, n. 2, p. 149-60, Jun 1997.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: teoria e aplicacoes praticas**. 2003. 592p

SILVA, M. C. R.; OLIVEIRA, R. J. O.; CONCEIÇÃO, M. I. G. Efeitos da natação sobre a independência funcional de pacientes com lesão medular. **Rev Bras Med Esporte** v. Vol. 11, n. Nº 4 p. p. 251 - 256, 2005.

SPRIGLE, S. et al. Relationships among cushion type, backrest height, seated posture, and reach of wheelchair users with spinal cord injury. . **J Spinal Cord Med**, v. 26, n. 3, p. 236-243, 2003.

VALL, J.; BRAGA, V.; ALMEIDA, P. C. Estudo da qualidade de vida em pessoas com lesão medular traumática. **Arq Neuropsiquiatr** v. 64(2-B), p. 451-455, 2006.

VENTURINI, D. A.; DECESARO, M.; MARCON, S. S. [Changes and expectations experienced by individuals with spinal cord injury and their families]. **Rev Esc Enferm USP**, v. 41, n. 4, p. 589-96, Dec 2007.

WILLSON, J. D. et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. **J Am Acad Orthop Surg**, v. 13, n. 5, p. 316-25, Sep 2005.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Curso de Fisioterapia – Grupo Controle

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional *FMRP/USP*

O senhor (a) está sendo convidado para participar do estudo que tem como título “Comparação do desempenho funcional e alterações osteometabólicas entre indivíduos paraplégicos fisicamente ativos e sedentários” que será realizado pela aluna de mestrado Paola Errera Magnani, sob a orientação da Profª Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP) e colaboração do Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior (FCM-UNICAMP).

A boa postura é importante para que as pessoas consigam fazer suas atividades do dia-a-dia de forma mais independência (sem necessitar de outras pessoas para ajudar). Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar como os músculos que ficam nas costas e barriga se contraem (trabalham) no momento que uma pessoa com paraplegia ou sem paraplegia, sedentária ou ativa (que faz exercício físico) realiza atividades como pegar um objeto em cima da mesa e no chão; além de ver como está sua força nas mãos para pegar os objetos com as mãos. Para isto, precisamos ter outro grupo de pessoas que não tenham sofrido lesão na medula (sem paraplegia) para servir de comparação. Portanto, você será incluído no grupo que não sofreu lesão da medula.

Se você concordar em participar deste estudo, será submetido (a) a uma avaliação na qual serão coletados dados como peso, altura, idade. Após isso, serão colocados sobre a pele das suas costas e barriga eletrodos (pequenos em formato de quadrado) que detectarão a contração dos músculos das suas costas e barriga. Estes eletrodos mandam um sinal elétrico a um aparelho que se chama eletromiógrafo. Após a colocação desses eletrodos, você precisará permanecer sentado e pegar um objeto em cima de uma mesa e no chão. Esse procedimento não provoca nenhum risco a sua saúde. Porém, será necessário raspar com aparelho de barbear descartável e fazer uma limpeza da pele com algodão umedecido em álcool no local onde serão colocados os eletrodos. Após essa avaliação você fará um teste de força das mãos, para isso você precisará apertar com as mãos um equipamento com o máximo de força que você conseguir. Caso ocorra qualquer tipo de cansaço, dor ou incômodo, o avaliador suspenderá o exame. O tempo estimado de permanência no laboratório será de 1 hora.

Esta avaliação será realizada no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital de Clínicas da UNICAMP. Durante as coletas um lanche e suco serão fornecidos pelos pesquisadores. O transporte não será custeado pelos pesquisadores uma vez que, você como acompanhante de paciente em reabilitação no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital de Clínicas da UNICAMP, utiliza o transporte gratuito oferecido pelo seu município.

Em qualquer fase da pesquisa você poderá retirar o termo de consentimento e deixar de fazer parte da mesma, sem qualquer prejuízo. A participação nesta pesquisa é voluntária e não afetará os seus retornos de acompanhamento médico ou fisioterapêutico neste hospital, assim como não promoverá nenhum benefício financeiro ou material. Os seus dados pessoais serão mantidos

sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos. As fotos publicadas manterão os rostos dos voluntários em sigilo.

É importante que informe a equipe sobre todo e qualquer tipo de procedimento (e/ou tratamento) externo que será realizado durante a pesquisa para não comprometer os dados coletados durante a pesquisa.

Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos e benefícios da pesquisa, a qual não trará risco algum. Os pesquisadores prestarão informações atualizadas durante o estudo, mesmo que essas possam afetar sua vontade de continuar dele participando. Quaisquer informações a respeito do estudo, os contatos são: a Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3602-4413 e Paola Errera Magnani, tel (16) 91380777. Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: tel (16) 3602-2228.

Com a sua participação na pesquisa espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir no entendimento da ativação dos músculos posturais (das costas e barriga) durante a marcha e a relação com a força muscular das mãos. Este estudo trata-se apenas de uma avaliação não prevendo benefícios imediatos.

Eu, _____, portador do RG no. _____, residente à Rua _____, no. _____, Bairro _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone no. ____ - _____, nascido aos ____ / ____ / _____, declaro que estou devidamente esclarecido (a) sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Comparação do Desempenho Funcional e Alterações Osteometabólicas entre Indivíduos Paraplégicos Fisicamente Ativos e Sedentários” e aceitos participar da pesquisa, concordando com todos os itens acima descritos.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20_____.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
Curso de Fisioterapia – Grupo Lesão Medular Marcha/Sedentário
Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional *FMRP/USP*

O senhor (a) está sendo convidado para participar do estudo que tem como título “Comparação do desempenho funcional e alterações osteometabólicas entre indivíduos paraplégicos fisicamente ativos e sedentários” que será realizado pela aluna de mestrado Paola Errera Magnani, sob a orientação da Profª Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP) e colaboração do Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior (FCM-UNICAMP).

A boa postura é importante para que as pessoas consigam fazer suas atividades do dia-a-dia de forma mais independência (sem necessitar de outras pessoas para ajudar). Existem alguns músculos que, mesmo depois da lesão medular, ainda continuam funcionando e isto depende do local na medula onde a lesão aconteceu. Saber quais músculos ainda funcionam durante atividades do dia a dia é importante para nos ajudar a pensar como deixar o seu tratamento de reabilitação cada vez melhor.

Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar como os músculos que ficam nas costas e barriga se contraem (trabalham) no momento que uma pessoa com paraplegia sedentária ou ativa (que pratica exercício físico) pega um objeto que está em cima de uma mesa e no chão; além de ver como está sua força para pegar os objetos com as mãos e como está a força dos seus ossos.

Se você concordar em participar deste estudo, será submetido (a) a uma avaliação na qual serão coletados dados como peso, altura, idade, data da lesão. Também responderá um questionário sobre as suas atividades do dia a dia. Depois avaliaremos qual o nível e o tipo da lesão (completa ou incompleta) que você apresenta no momento de início da pesquisa e para isto será utilizado a avaliação da ASIA, a qual você já conhece, pois foi feita a avaliação no dia que você iniciou a terapia no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital de Clínicas da UNICAMP. Após isso, serão colocados sobre a pele das suas costas e barriga eletrodos (pequenos em formato de quadrado) que detectarão a contração dos músculos do seu tronco. Estes eletrodos mandam um sinal elétrico? a um aparelho que se chama eletromiógrafo. Após a colocação desses eletrodos, você precisará permanecer sentado e pegar um objeto em cima de uma mesa e no chão. Esse procedimento não provoca nenhum risco a sua saúde. Porém, será necessário raspar com aparelho de barbear descartável e fazer uma limpeza da pele com algodão umedecido em álcool no local onde serão colocados os eletrodos. Após essa avaliação você fará um teste de força, para isso você precisará apertar com as mãos um equipamento com o máximo de força que você conseguir. O tempo estimado de permanência no laboratório será de 2 horas.

Esta avaliação será realizada no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital de Clínicas da UNICAMP. Durante as coletas um lanche e suco serão fornecidos pelos pesquisadores. O transporte não será custeado pelos pesquisadores, uma vez que os procedimentos da pesquisa serão realizados nos dias em que você estará no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital de Clínicas da UNICAMP para a sua terapia de reabilitação e o transporte oferecido pelo seu município é gratuito.

Em outra data pré agendada de acordo com a sua disponibilidade e com a disponibilidade do Hospital, será realizado um exame para ver como está a saúde dos seus ossos, chamado de densitometria óssea, em que você ficará deitado (a), sem se mover, no equipamento por cerca de 15 minutos. O exame não causa nenhum dor ou desconforto.

Em qualquer fase da pesquisa você poderá retirar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e deixar de fazer parte da mesma, sem qualquer prejuízo. A participação nesta pesquisa é voluntária e não afetará os seus retornos de acompanhamento médico ou fisioterapêutico neste hospital, assim como não promoverá nenhum benefício financeiro ou material. Os seus dados pessoais serão mantidos sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos. As fotos publicadas manterão os rostos dos voluntários em sigilo. Caso ocorra qualquer tipo de cansaço, dor ou incômodo, o avaliador suspenderá o exame.

É importante que informe a equipe sobre todo e qualquer tipo de procedimento (e/ou tratamento) externo que será realizado durante a pesquisa para não comprometer os dados coletados durante a pesquisa.

Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos e benefícios da pesquisa, a qual não trará risco algum. Os pesquisadores prestarão informações atualizadas durante o estudo, mesmo que essas possam afetar sua vontade de continuar dele participando. Quaisquer informações a respeito do estudo, os contatos são: a Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3602-4413 e Paola Errera Magnani, tel (16) 91380777. Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: tel (16) 3602-2228.

Com a sua participação na pesquisa espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir no entendimento da forma que os músculos posturais (das costas e barriga) trabalham durante a movimentação dos braços, assim como está a força de suas mãos e de seus ossos. Este estudo trata-se apenas de uma avaliação não prevendo benefícios imediatos.

Eu, _____, portador do RG no. _____, residente à Rua _____, no. _____, Bairro _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone no. ____ - _____, nascido aos ____ / ____ / _____, declaro que estou devidamente esclarecido (a) sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Comparação do Desempenho Funcional e Alterações Osteometabólicas entre Indivíduos Paraplégicos Fisicamente Ativos e Sedentários ” e aceito participar da pesquisa, concordando com todos os itens acima descritos. Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

Paola Errera Magnani
(Mestranda responsável pelo Projeto)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
Curso de Fisioterapia – Grupo Lesão Medular Atleta
Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional *FMRP/USP*

O senhor (a) está sendo convidado para participar do estudo que tem como título “Comparação do desempenho funcional e alterações osteometabólicas entre indivíduos paraplégicos fisicamente ativos e sedentários” que será realizado pela aluna de mestrado Paola Errera Magnani, sob a orientação da Profª Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP) e colaboração do Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior (FCM-UNICAMP).

A boa postura é importante para que as pessoas consigam fazer suas atividades do dia-a-dia de forma mais independência (sem necessitar de outras pessoas para ajudar). Existem alguns músculos que, mesmo depois da lesão medular, ainda continuam funcionando e isto depende do local na medula onde a lesão aconteceu. Saber quais músculos ainda funcionam durante atividades do dia a dia é importante para nos ajudar a pensar como deixar o seu tratamento de reabilitação cada vez melhor.

Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar como os músculos que ficam nas costas e barriga se contraem (trabalham) no momento que uma pessoa com paraplegia sedentária ou ativa (que pratica exercício físico) pega um objeto que está em cima de uma mesa e no chão; além de ver como está sua força para pegar os objetos com as mãos e como está a força dos seus ossos.

Se você concordar em participar deste estudo, será submetido (a) a uma avaliação na qual serão coletados dados como peso, altura, idade, data da lesão. Também responderá um questionário sobre as suas atividades do dia a dia. Depois avaliaremos qual o nível e o tipo da lesão (completa ou incompleta) que você apresenta no momento de início da pesquisa e para isto será utilizado a avaliação da ASIA, a qual irá falar se está ou não sentindo o terapeuta passar o algodão na sua pele e o toque de uma agulha para que se descubra até onde no seu corpo você é capaz de sentir. Após isso, serão colocados sobre a pele das suas costas e barriga eletrodos (pequenos em formato de quadrado) que detectarão a contração dos músculos do seu tronco. Estes eletrodos mandam um sinal elétrico a um aparelho que se chama eletromiógrafo. Após a colocação desses eletrodos, você precisará permanecer sentado e pegar um objeto em cima de uma mesa e no chão. Esse procedimento não provoca nenhum risco a sua saúde. Porém, será necessário raspar com aparelho de barbear descartável e fazer uma limpeza da pele com algodão umedecido em álcool no local onde serão colocados os eletrodos. Após essa avaliação você fará um teste de força, para isso você precisará apertar com as mãos um equipamento com o máximo de força que você conseguir. O tempo estimado de permanência no laboratório será de 2 horas.

Esta avaliação será realizada no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio do Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP). Durante as coletas um lanche e suco serão fornecidos pelos pesquisadores. Será reembolsado uma quantia de quinze reais, em dinheiro, para auxílio no transporte, porém se agendado, existe o transporte adaptado oferecido pelo seu município que é gratuito.

Em outra data pré agendada de acordo com a sua disponibilidade e com a disponibilidade do Hospital, será realizado um exame para ver como está a saúde dos seus ossos, chamado de

densitometria óssea, em que você ficará deitado (a), sem se mover, no equipamento por cerca de 15 minutos. O exame não causa nenhuma dor ou desconforto.

Em qualquer fase da pesquisa você poderá retirar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e deixar de fazer parte da mesma, sem qualquer prejuízo. A participação nesta pesquisa é voluntária e não afetará os seus retornos de acompanhamento médico ou fisioterapêutico neste hospital, assim como não promoverá nenhum benefício financeiro ou material. Os seus dados pessoais serão mantidos sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos. As fotos publicadas manterão os rostos dos voluntários em sigilo. Caso ocorra qualquer tipo de cansaço, dor ou incômodo, o avaliador suspenderá o exame.

É importante que informe a equipe sobre todo e qualquer tipo de procedimento (e/ou tratamento) externo que será realizado durante a pesquisa para não comprometer os dados coletados durante a pesquisa.

Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos e benefícios da pesquisa, a qual não trará risco algum. Os pesquisadores prestarão informações atualizadas durante o estudo, mesmo que essas possam afetar sua vontade de continuar dele participando. Quaisquer informações a respeito do estudo, os contatos são: a Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3602-4413 e Paola Errera Magnani, tel (16) 91380777. Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: tel (16) 3602-2228.

Com a sua participação na pesquisa espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir no entendimento da forma que os músculos posturais (das costas e barriga) trabalham durante a movimentação dos braços, assim como está a força de suas mãos e de seus ossos. Este estudo trata-se apenas de uma avaliação não prevendo benefícios imediatos.

Eu, _____, portador do RG no. _____, residente à Rua _____, no. _____, Bairro _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone no. ____ - _____, nascido aos ____ / ____ / ____, declaro que estou devidamente esclarecido (a) sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Comparação do Desempenho Funcional e Alterações Osteometabólicas entre Indivíduos Paraplégicos Fisicamente Ativos e Sedentários ” e aceito participar da pesquisa, concordando com todos os itens acima descritos.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

Paola Errera Magnani
(Mestranda responsável pelo Projeto)

ANEXO A

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 18 de dezembro de 2013

Ofício nº 4614/2013
CEP/MGV

Prezadas Senhoras,

O trabalho intitulado **"COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL E ALTERAÇÕES OSTEOMETABÓLICAS ENTRE INDIVÍDUOS PARAPLÉGICOS FÍSICAMENTE ATIVOS E SEDENTÁRIOS"** - versão 2, de 08/11/2013, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 380ª Reunião Ordinária realizada em 16/12/2013 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Grupo Lesão Medular Marcha/Sedentário - versão 2, de 08/11/2013**, o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Grupo Lesão Medular Atleta - versão 2, de 08/11/2013** e **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Grupo Controle - versão 2, de 08/11/2013**, de acordo com o Processo HCRP nº 12515/2013.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente,

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

PAOLA ERRERA MAGNANI

PROFª.DRª. DANIELA CRISTINA CARVALHO DE ABREU

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

Campus Universitário - Monte Alegre
14048-900 - Ribeirão Preto - SP

Comitê de Ética em Pesquisa HCRP e FMRP-USP
PWA-00002733; RB-00002186 e Registro PB/CONEP nº 5440
(16) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

ANEXO - CLASSIFICAÇÃO NEUROLÓGICA DA LESÃO MEDULAR

77

ANEXO C

Medida de Independência Funcional (MIF)	Data___/___/___
Cuidados Pessoais	
1 - Alimentação	
2 - Higiene pessoal	
3 - Banho (lavar o corpo)	
4 - Vestir parte superior do corpo	
5 - Vestir parte inferior do corpo	
6 - Utilização do vaso sanitário	
Controle de esfíncteres	
7 - Esfíncter Vesical	
8- Esfíncter Anal	
Mobilidade - Transferências	
9- Cama, cadeira, cadeira de rodas	
10 - Vaso sanitário	
11 - Banheira/Chuveiro	
Locomoção	
12 - Marcha/Cadeira de rodas	M
13 - Escadas	C
Comunicação	
14 - Compreensão	A
	V
15 - Expressão	V
	N
Cognição Social	
16 - Interação Social	
17 - Solução de problemas	
18 - Memória	
Total	