

ROBERTO MARSAIOLI SERAFIM

**“CONFIABILIDADE INTRAEXAMINADOR DA MEDIDA
DE FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA DA
MUSCULATURA INVERSORA E EVERSORA DO
TORNOZELO UTILIZANDO O DINAMÔMETRO
MANUAL EM VOLUNTÁRIOS SAUDÁVEIS”**

**CAMPINAS
2011**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Médicas

**“CONFIABILIDADE INTRAEXAMINADOR DA MEDIDA
DE FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA DA
MUSCULATURA INVERSORA E EVERSORA DO
TORNOZELO UTILIZANDO O DINAMÔMETRO
MANUAL EM VOLUNTÁRIOS SAUDÁVEIS”**

Roberto Marsaioli Serafim

Tese de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação do Centro de Investigação em Pediatria da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, para obtenção de Título de Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, na área de concentração Saúde da Criança e do Adolescente. Sob a Orientação do Prof. Dr. José Martins Filho e Co-orientação do Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes

Campinas, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR

ROSANA EVANGELISTA PODEROSO – CRB8/6652
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

Se65c Serafim, Roberto Marsaioli, 1970 -
 Confiabilidade intraexaminador da força
 muscular isométrica da musculatura inversora e
 eversora do tornozelo utilizando o dinamômetro
 manual em voluntários saudáveis. / Roberto
 Marsaioli Serafim. -- Campinas, SP : [s.n.], 2011.

 Orientador : José Martins Filho
 Coorientador : Roberto Teixeira Mendes
 Dissertação (Mestrado) - Universidade
 Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências
 Médicas.

 1. Dinamômetro. 2. Força Muscular. 3.
 Tornozelo. I. Martins Filho, José. II. Mendes,
 Roberto Teixeira. III. Universidade Estadual de
 Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV.
 Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Intratester reliability of isometric ankle inversion and eversion-strength measurement using hand held dynamometer in healthy volunteers

Palavra-chave em inglês:

Dynamometer

Muscle Strength

Ankle

Área de Concentração: Pediatria

Titulação: Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente

Banca examinadora:

José Martins Filho [Orientador]

Wander de Oliveira Villalba

Rubens Moreira Arcieri

Data da defesa: 07-12-2011

Programa de Pós-Graduação: Saúde da Criança e do Adolescente

Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado

Aluno Roberto Marsaioli Serafim

Orientador: Prof. Dr. José Martins Filho

Membros:	
Professor Doutor José Martins Filho	
Professor Doutor Rubens Moreira Arcieri	
Professor Doutor Wander de Oliveira Villalba	

Curso de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 07/12/2011

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Pedro e Léa

AGRADECIMENTOS

Em especial aos meus pais Pedro e Léa pelo exemplo, bondade e apoio infinitos ... sempre quiseram minha saúde, meu bem, meu desenvolvimento e sucesso pleno... tenho saudade do amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos... sinto do fundo do meu coração suas ausências e gostaria muito que vocês estivessem me acompanhando nesse momento tão importante para mim e para vocês... Amo vocês... sempre...

Em especial ao meu filho, Luca, o qual me dá forças e alegrias extremas para seguir sempre em frente. Não existe expressão maior de amor.

Em especial a minha esposa, Luana, pela paciência, amor, companheirismo e apoio durante este período.

Em especial à Mauricio Serafim, meu irmão, meu amigo... Suas palavras me confortam...

Em especial a Dr. Cristina e Sr. Antonio, meus sogros, pelo carinho e apoio durante todos esses anos.

Em especial aos amigos da clínica de fisioterapia, Laurinha, Mateus e Douglas, pelo suporte na clínica durante minha ausência para realização desse trabalho, aos estagiários, em especial a Luiza, pela paciência e disponibilidade de ter sido modelo das fotos e filmes desse trabalho, aos fisioterapeutas "Rodrigone" e "Luizinho" pelo apoio à realização desse trabalho.

Em especial ao Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes, pela grande amizade, aprendizado, orientação e ajuda fundamental para o desenvolvimento desse trabalho.

Em especial ao Prof. Dr. José Martins Filho, pela amizade, pelo exemplo de pessoa e profissional, e confiança depositada nesse trabalho.

Em especial ao Prof. Dr. Gustavo Duarte Mendes pela amizade, disponibilidade de tempo e ajuda no processamento dos dados estatísticos dessa pesquisa.

Em Especial ao Prof. Dr. Gilberto De Nucci pela amizade, paciência e ajuda incondicional, e pelas horas dedicadas a mim e a esse trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

A TODOS, O MEU MAIS SINCERO MUITO OBRIGADO!

O estudo foi desenhado para investigar a confiabilidade intraexaminador da medida da força muscular isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo, utilizando o dinamômetro manual Lafayette, em voluntários jovens saudáveis. Vinte voluntários (18-21 anos de idade) foram submetidos a três avaliações consecutivas de força isométrica de ambos (direito e esquerdo) inversores e eversores de tornozelo, medidas em três ocasiões diferentes com 48hs de intervalo. Os voluntários eram saudáveis, sem história de lesão prévia de tornozelo ou déficit neuro muscular. As medidas foram realizadas com a solicitação de força máxima. Dados foram analisados comparando tanto a média de cada dia como o máximo do valor obtido em cada dia. A confiabilidade da medida foi avaliada calculando-se o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC). Resultados: O ICC intraexaminador para força máxima na inversão do tornozelo direito e esquerdo foi 0.90 e 0.87, respectivamente. O ICC intraexaminador para força máxima na eversão do tornozelo direito e esquerdo variou de 0.79 a 0.86 e de 0.88 a 0.93, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos comparando a média de valores para cada dia. Nossos resultados indicam que o uso do dinamômetro manual da marca Lafayette é confiável e pode ser útil para avaliar a extensão do déficit de força muscular nas lesões de tornozelo, assim como a evolução das medidas de força na evolução do tratamento.

Palavras Chaves: dinamômetro manual, força isométrica, inversores, eversores, tornozelo

ABSTRACT

The study was designed to investigate the intratester reliability of isometric ankle inversion- and eversion-strength measurement using Lafayette hand held dynamometer in healthy youngth. Twenty volunteers (18-21 years) were submitted to three consecutive evaluations of both (right and left) ankle inversion- and eversion-strength measurement in three different occasions (48h interval). The volunteers were considered healthy with no previous history of ankle lesion. The volunteers were asked to perform maximum strength in each measurement. Data were analyzed comparing either the mean of each day or the maximum value obtained in each day. Reliability of the measurement was assessed by calculating the intraclass correlation coefficient (ICC). Results: The intratester ICC for maximum strength in right and left ankle inversion was 0.90 and 0.87, respectively. The intratester ICC for maximum strength in right and left ankle eversion ranged from 0.79 to 0.86 and from 0.88 to 0.93, respectively. Similar results were obtained comparing the mean values for each day. Our results indicate that use of the Lafayette hand held dynamometer is reliable and may be useful for evaluating extension of muscle strength deficit in ankle lesions, as well the evolution of treatment.

Key Words: Hand Held Dynamometer, isometric strenght, inversor, eversor, ankle

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

F - Força

HHD - Hand Held Dynamometer – Dinamômetro Manual

ICC - Coeficiente de Correlação Intraclasse

Kgf - Kilograma força

SD - Desvio Padrão

TFM - Teste de força muscular

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores médios de força muscular (kgf), de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.....	39
Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores máximos de força muscular (kgf) de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.....	39
Tabela 3: Coeficiente de correlação intraclasse e intervalo de confiança (95%) comparando os valores médios de cada dia de medição.	40
Tabela 4: Coeficiente de correlação intraclasse e intervalo de confiança (95%) comparando os valores máximos de cada dia de medição.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Musculatura inversora do tornozelo.	30
Figura 2 - Musculatura eversora do tornozelo.	31
Figura 3 - Dinamômetro Manual Lafayette	32
Figura 4 - Vista lateral do posicionamento do teste da musculatura inversora do tornozelo direito	34
Figura 5 - Vista lateral do posicionamento do teste da musculatura eversora do tornozelo direito	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos valores médios de força da musculatura inversora do tornozelo direito, nos os dias 0,2 e 4.	41
Gráfico 2 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura eversora do tornozelo direito, nos dias 0,2 e 4.	42
Gráfico 3 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura inversora do tornozelo esquerdo, entre os dias 0,2 e 4.	43
Gráfico 4 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura eversora do tornozelo esquerdo, entre os dias 0,2 e 4.	44
Gráfico 5 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a primeira medida com a segunda medida do dia 0.	45
Gráfico 6 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a primeira medida com a terceira medida, do dia 0.	46
Gráfico 7 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a segunda medida com a terceira medida, do dia 0.	47
Gráfico 8 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 0 (basal) com dia 2.	48
Gráfico 9 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 0 (basal) com dia 4.	49
Gráfico 10 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 2 com dia 4.	50

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA.....	19
3. OBJETIVOS.....	22
4. HIPÓTESE	24
5. SUJEITOS E MÉTODOS	26
5.1 Tipo de Estudo.....	27
5.2 Local da Pesquisa.....	27
5.3 Sujeitos	27
5.3.1 Critérios de Inclusão	28
5.3.2 Critérios de Exclusão	28
5.3.3 Questões Éticas.....	29
5.4 Instrumentação e Procedimentos Adotados nos Testes	29
5.4.1 Aspectos Anatômicos e Cinesiológicos	29
5.4.2 Equipamentos.....	31
5.4.3 Procedimentos.....	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1 Análise dos Dados.....	38
6.2 Resultados.....	38
6.3 Discussão	50
7. CONCLUSÃO	55
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO



A avaliação da força muscular é um componente imprescindível na avaliação do paciente no processo de reabilitação músculo-esquelética. Vários estudos mostram a importância do equilíbrio muscular dos inversores e eversores do tornozelo na prevenção e tratamento das lesões de tornozelo.^{1,2,3,4,5} Medidas objetivas da força muscular promovem dados iniciais do paciente para elaboração das estratégias de intervenção na reabilitação e informações a respeito das mudanças necessárias no tratamento ou eficácia do tratamento.⁶ A avaliação da força muscular é realizada usando vários métodos, desde teste de força manual (TFM), dinamômetros manuais, até os sofisticados dinamômetros isocinéticos.^{7,8,9} O dinamômetro isocinético é o mais preciso instrumento para avaliar a força muscular. Há mais de 20 anos os dinamômetros isocinéticos estão sendo usados para avaliação da força muscular.¹⁰ Diversos estudos mostram a consistência destes equipamentos nas avaliações das articulações e sua confiabilidade foi demonstrada principalmente na articulação do joelho.^{11,12,13} Apesar de serem utilizados como “padrão-ouro” nos testes de verificação de força muscular, os dinamômetros isocinéticos apresentam algumas desvantagens como custo muito alto do equipamento, alto custo para o paciente, necessidade de um grande espaço, dificuldade de avaliar pacientes debilitados ou pacientes tratados a domicílio, longo tempo consumido durante a sessão de teste e demanda por profissional especializado e treinado para a aplicação adequada da técnica.⁶

Outro método para se avaliar a força muscular é o teste de força manual (TFM), sendo a mais comum uma antiga técnica, baseada em um sistema de graduação empírica e subjetiva, que consiste em realizar um movimento contra uma

resistência aplicada pelo examinador ou resistência contra a gravidade. Tal como no caso dos dinamômetros isocinéticos, vários estudos foram realizados para verificar a confiabilidade da técnica do TFM e seu sistema de graduação.^{14,15,16} Os autores desses trabalhos sobre a TFM concluíram que graduações de força muscular confiáveis são difíceis de serem obtidas, pois essa graduação exige o julgamento subjetivo do examinador a respeito da quantidade de resistência aplicada durante o teste.^{15,16}

Um terceiro método, o dinamômetro manual, conhecido nacional e internacionalmente como Hand-Held-Dynamometer (HHD, na sigla do termo em inglês), enquanto preserva a eficiência e a adaptabilidade do TFM, promove uma avaliação mais precisa da força muscular.¹⁷ Vários pesquisadores relatam a utilidade dos dinamômetros manuais nas clínicas de reabilitação.^{7,18,19}

Ao contrário do TFM, os resultados de força obtidos no HHD não requerem julgamento subjetivo do examinador. Além disso, o uso deste equipamento promove várias vantagens clínicas por ser ele portátil, fácil de usar, de baixo custo para o fisioterapeuta e paciente, e por requerer o mínimo de tempo para uma sessão de teste.⁶

O dinamômetro manual é amplamente utilizado na prática clínica para medir a força muscular devido a sua simplicidade e confiabilidade, quando comparado com o teste de força manual (TFM) e a dinamometria isocinética.^{16,17,20,21}

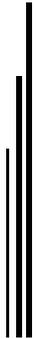
Outros estudos mostram correlação entre o HHD e o dinamômetro isocinético.^{22,23} Reed et al,²² compararam a força isométrica medida pelo HHD

com a medida de força muscular isocinética em pacientes idosos, na musculatura flexora e extensora de cotovelo e joelho, e acharam uma forte correlação entre os dois métodos (ICC menor de .72 e maior de .85). Outro estudo que comparou o HHD com o dinamômetro isocinético para as medidas de força de extensão isométrica de joelho foi a pesquisa de Bohannon,¹⁷ neste trabalho ele avaliou a força máxima de extensão de joelho no HHD e no isocinético verificando que tanto no teste com o HHD como no dinamômetro isocinético não houve diferença estatisticamente significativa. Ambos apresentaram grande confiabilidade e a média das medidas dos dois instrumentos não foi significativamente diferente. A conclusão, portanto, foi que o HHD poderia ser utilizado no lugar do dinamômetro isocinético na avaliação da extensão do joelho. Outra conclusão deste estudo diz respeito ao menor custo e à maior praticidade do HHD, podendo esta ser uma alternativa prática para a avaliação clínica da força muscular.

Em uma grande quantidade de estudos foi realizada a avaliação de força muscular da musculatura inversora e eversora do tornozelo fazendo-se uso dos dinamômetros isocinéticos como instrumento de avaliação, conforme as pesquisas de Wilkerson et al,²⁴ Kaminski et al,²⁵ Hartsell et al,²⁶ Buckey et al,²⁷ Wong et al,²⁸ Karnofel et al,²⁹ porém a literatura é escassa em relação à avaliação da força muscular de eversores e inversores de tornozelo com a utilização do HHD. Aydog et al,³⁰ estudaram a confiabilidade do teste de força da musculatura inversora e eversora de tornozelo em posição neutra com a utilização da dinamometria isocinética, porém não foi verificado a força isométrica desses músculos.

A constatação de que existe uma escassez de estudos consistentes da aplicação da técnica do HHD motivou a realização deste trabalho e a expectativa é que sua realização possa contribuir para a ampliação do conhecimento científico nesta área, com conseqüências para a prática. É uma pesquisa de caráter empírico que, espera-se, venha a contribuir para validar o método do HHD e sua confiabilidade enquanto instrumento de avaliação de força muscular.

2. JUSTIFICATIVA



A necessidade de avaliação da força muscular isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo com métodos acessíveis, que reduzam a margem de subjetividade dos testes de força manual, e que possam substituir com qualidade os testes com precisão absoluta da dinamometria isocinética, abre a perspectiva de se utilizar o método de se verificar a força muscular com o dinamômetro manual.

Uma vez bem aplicado, o teste realizado com o dinamômetro manual poderia ser suficiente para detectar e comparar as relações percentuais de força muscular, sendo desnecessário na prática clínica a utilização de equipamentos com alto custo financeiro como o dinamômetro isocinético, que necessita de maior tempo para o procedimento de avaliação, espaço físico maior, treinamento especializado e a grande desvantagem de não ser portátil.

Outras vantagens que justificariam a utilização do dinamômetro manual em substituição a outros métodos são a maior precisão e menor subjetividade do teste comparado com o TFM. Outra característica é uma maior praticidade, pela maior portabilidade, o que permite seu uso em pacientes domiciliados ou internados, facilidade e rapidez em todo o processo de avaliação, desde o posicionamento do paciente, utilização do equipamento e coleta dos dados de força muscular.

Como mencionado, ainda é pequeno o número de estudos que avaliam cientificamente a confiabilidade do dinamômetro manual para o teste de força isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo. Este trabalho

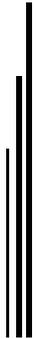
pretende contribuir para tornar possível a validação técnico-científica do método do teste de força isométrica com a utilização do dinamômetro manual.

3. OBJETIVOS



O presente estudo tem como objetivo analisar a confiabilidade intra-examinador da medida de força muscular isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo, em jovens saudáveis, sem história de lesão prévia do tornozelo, entre 18 a 21 anos de idade, ambos os sexos, utilizando o dinamômetro manual (Hand-Held-Dynamometer).

4. HIPÓTESE



A técnica utilizada com o dinamômetro manual tem confiabilidade suficiente e adequada ao uso na prática clínica, na avaliação da força muscular isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo.

5. SUJEITOS E MÉTODOS



5.1 Tipo de Estudo

Estudo experimental de abordagem transversal de verificação de confiabilidade de técnica de aferição da força muscular

5.2 Local da Pesquisa

A coleta de dados da força muscular isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo utilizando o dinamômetro manual foi realizada em clínica de fisioterapia privada situada na Rua Albano de Almeida Lima, 284, no bairro Jardim Guanabara, na cidade de Campinas – S.P.

5.3 Sujeitos

Foram selecionados 20 voluntários saudáveis, 19 voluntários do sexo feminino e 1 voluntário do sexo masculino. Os sujeitos foram selecionados no curso de fisioterapia da Universidade Paulista – UNIP - Campinas, do primeiro ao oitavo semestres. Os voluntários informaram se já haviam sofrido algum tipo de lesão do tornozelo ou no membro inferior, se apresentavam alguma lesão ou alteração neurológica, ou se praticavam alguma atividade física competitiva.

5.3.1 Critérios de Inclusão

A idade dos voluntários foi entre 18 a 21 anos, pelo fato de apresentarem boa capacidade de compreensão e realização da tarefa, assim como controle motor e capacidade física desenvolvida. Os indivíduos dessa faixa etária apresentam menor probabilidade de já apresentarem lesões crônicas, e uma maior facilidade de recrutamento na população.

Sujeitos que não apresentassem história pregressa de disfunção ortopédica ou neurológica nos membros inferiores.

Sujeitos que praticassem atividade física não competitiva, até no máximo três vezes por semana.

Sujeitos que aceitaram participar do estudo, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido.

5.3.2 Critérios de Exclusão

Indivíduos que apresentaram qualquer história atual ou pregressa de disfunção ortopédica ou neurológica que afetasse os membros inferiores.

Sujeitos com déficit mental ou de compreensão das orientações do teste.

Sujeitos que praticam atividade física competitiva.

Sujeitos que não aceitaram participar do estudo ou que se negaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

5.3.3 Questões Éticas

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCM Unicamp, inclusive o Tremo de Consentimento Livre e Esclarecido, respeitando as exigências da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

5.4 Instrumentação e Procedimentos Adotados nos Testes

5.4.1 Aspectos Anatômicos e Cinesiológicos

Os músculos eversores (pronadores) primários do tornozelo são os músculos fibular longo e o fibular curto. O músculo fibular longo tem origem na cabeça da fíbula, face lateral e margem posterior da fíbula (dois terços proximais), septos intermusculares anterior e posterior da perna e na fáscia da perna. Sua inserção se faz na tuberosidade do metatarsal I (II) e no cuneiforme intermédio, (superfície plantar). O músculo fibular curto apresenta sua origem na face lateral e margem anterior da fíbula (metade distal) e nos septos intermusculares anterior e posterior da perna. Sua inserção se faz na tuberosidade do metatarsal V e tiras tendíneas para o dedo mínimo. A ação desses músculos é a de eversão (pronação) associada a flexão plantar do tornozelo.³¹

Os músculos inversores primários do tornozelo são os músculos tibial anterior e tibial posterior. O tibial anterior tem origem na extremidade proximal da tibia (abaixo do côndilo lateral), face lateral da tibia (dois terços superiores),

membrana interóssea e fáscia da perna. Sua inserção é na base do metatarsal I (margem medial) e no cuneiforme medial (face plantar). Sua ação é a de inversão (supinação) associada a dorsiflexão. O tibial posterior tem sua origem na membrana interóssea e faces posteriores da tíbia e da fíbula (metade proximal da membrana interóssea limitante). Sua inserção se faz na tuberosidade do navicular, cuneiformes I-III (faces plantares) e bases dos metatarsais II-IV. Sua ação é a de inversão (supinação) associada a flexão plantar.³¹

A musculatura inversora e eversora do tornozelo está ilustrada nas figuras 1 e 2 respectivamente.

A figura 1, abaixo, ilustra o compartimento medial do tornozelo, em específico a musculatura inversora do tornozelo.

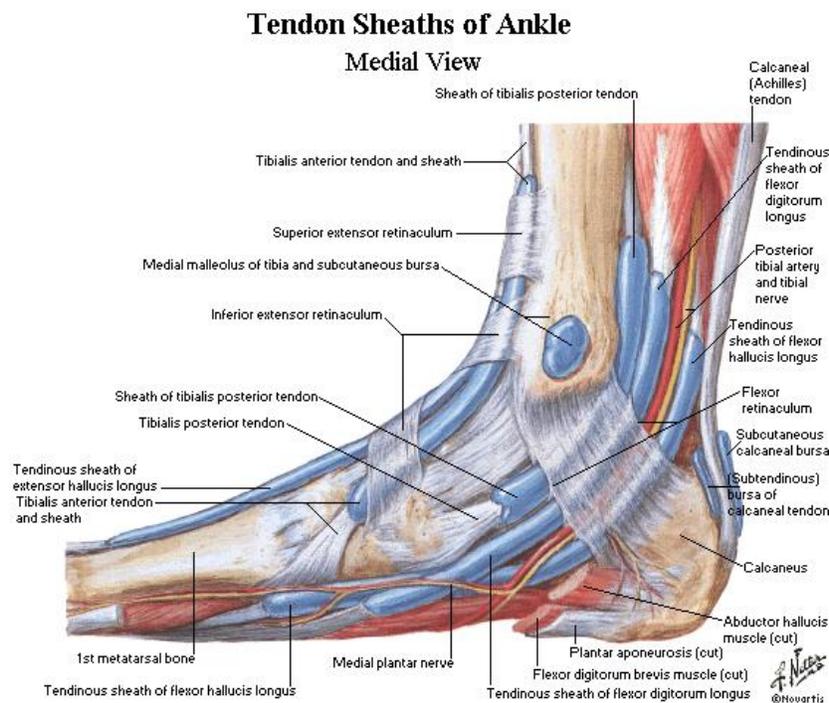


Figura 1 - Musculatura inversora do tornozelo.³²

A figura 2, abaixo, ilustra o compartimento lateral do tornozelo, especificamente a musculatura eversora.

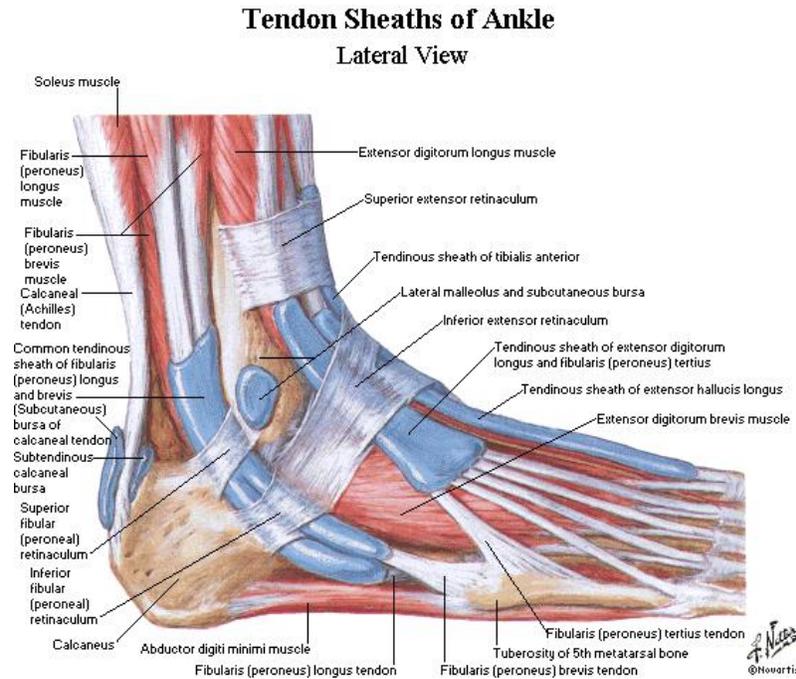


Figura 2 - Musculatura eversora do tornozelo.³²

5.4.2 Equipamentos

Para a aferição da força isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo, foi utilizado um dinamômetro manual da marca Lafayette (modelo 01163, Lafayette instruments, Lafayette, IN). O dinamômetro foi calibrado na fábrica e a medida de força foi devidamente zerada antes de cada medição. O dinamômetro manual é um instrumento capaz de medir força isométrica de 0 a 300 libras (0 a 136,1 Kgf).

A figura 3, abaixo, ilustra o dinamômetro manual Lafayette.



Figura 3 - Dinamômetro Manual Lafayette

Uma prancha de quadríceps foi adaptada para posicionar o quadril e o joelho do paciente em um ângulo de 30° de flexão respectivamente (fig. 4 e 5). No segmento distal da prancha foi colocada uma haste para que a perna pudesse ficar posicionada paralela a base da prancha. Dessa maneira o avaliador pode posicionar o membro inferior do voluntário, regulando as angulações da articulação coxo-femoral e do joelho de acordo com as angulações propostas no estudo ou angulações de sua preferência. Os segmentos de apoio da coxa e perna são reguláveis, podendo ser ajustável de acordo com o comprimento do membro inferior do paciente.

Foram adaptadas fitas de “velcro” para fixar e promover estabilidade no membro inferior do paciente, evitando movimentos indesejáveis de rotações do

membro inferior, isolando ao máximo a musculatura inversora e eversora do tornozelo durante a coleta de dados.

5.4.3 Procedimentos

Os testes foram realizados em três dias diferentes com intervalos de 48 hs, sendo o primeiro dia de teste denominado dia 0 ou medida basal, o segundo dia de teste denominado dia 2 ou medida 48 hs, e terceiro dia de teste denominado dia 4 ou medida 96 hs.

A cada dia de teste, antes do início da coleta de dados de força muscular com o dinamômetro manual, cada sujeito foi submetido a um procedimento de aquecimento na bicicleta ergométrica de duração de 5 minutos, com velocidade de 14 km/h e peso de 4 Kg/f. Após o aquecimento foi realizada uma sessão de alongamento de 1 minuto para a musculatura inversora, eversora, dorsi e plante flexora do tornozelo bilateralmente.

O paciente foi então posicionado para o teste em uma maca, com o membro inferior a ser testado sobre a prancha adaptada de quadríceps. A posição do teste de força muscular da musculatura inversora e eversora do tornozelo, com a utilização do dinamômetro manual, seguiu a posição adotada no teste da dinamometria isocinética descrita por Santos et al.³³ O sujeito adotou a posição de decúbito dorsal, com o quadril e joelho do membro testado em flexão de aproximadamente 30° e estabilizados com faixa de “velcro”. O tornozelo testado foi posicionado de 0° a 10° de flexão plantar e posição neutra em relação a

inversão e eversão. O tornozelo não testado permaneceu sobre a maca com o membro inferior repousando em extensão.

Uma vez posicionado o paciente, o examinador posicionou o dinamômetro manual para realização do teste de força muscular isométrica. Instalando-se aos pés do sujeito, o examinador posicionou o dinamômetro manual a 2 cm proximal e medialmente à primeira articulação metatarso falangeana para o teste de força da musculatura inversora; e a 2 cm proximal e lateralmente à quinta articulação metatarso falangeana para o teste de força da musculatura eversora.

As figuras 4 e 5, abaixo, ilustram o posicionamento do sujeito, examinador e dinamômetro manual para coleta de dados de força isométrica da musculatura inversora e eversora respectivamente.



Figura 4 - Vista lateral do posicionamento do teste da musculatura inversora do tornozelo direito



Figura 5 - Vista lateral do posicionamento do teste da musculatura eversora do tornozelo direito.

Após esse procedimento, os sujeitos realizaram a familiarização do teste de força realizando quatro contrações isométricas da musculatura inversora e eversora do tornozelo bilateralmente, contra o dinamômetro manual. Essas contrações para familiarização do teste progrediram de acordo com a orientação do examinador e a percepção de força do paciente. Segundo a técnica descrita por Deones et al,⁶ foi solicitado ao paciente realizar a primeira tentativa com 25% da força máxima, a segunda com 50% da força máxima, a terceira com 75% da força máxima e a última com 100% da força máxima, de acordo com sua percepção, de modo a familiarizar o sujeito com o teste e o nível de esforço.

Uma vez posicionados sujeito, examinador e o dinamômetro manual, o sujeito foi orientado a realizar três contrações isométricas máximas contra o dinamômetro manual, no tornozelo direito e esquerdo, para a musculatura

inversora e eversora respectivamente, com intervalo de um minuto entre cada contração.

O tempo de contração isométrica máxima foi de 6 segundos, como sugere o trabalho de Houghlum et al,³⁴ o qual verificou em seus estudos que a quantidade de tensão voluntária máxima dura um período de cinco segundos, sendo que além desse tempo a tensão gerada no músculo progressivamente começa a decair. O intervalo de repouso entre as contrações máximas de um minuto permite o restabelecimento da circulação sanguínea local e evita a fadiga pela diminuição da produção de ácido láctico, conforme estudo de Clarke.³⁵

Cada sujeito recebeu o seguinte comando verbal durante a execução do teste: “Empurre, força, força, empurre, força, força, relaxe”. O valor de força em Kgf foi lido no display do dinamômetro manual e devidamente registrado.

Nos três dias de teste a coleta dos dados foi realizada pelo mesmo examinador.

A cada dia de teste os procedimentos pré-teste eram repetidos na seguinte ordem: aquecimento, alongamento, posicionamento e familiarização.

Uma vez que o objetivo do estudo é avaliar a confiabilidade intra-examinador, apenas um examinador foi selecionado para realizar todos os testes utilizando o dinamômetro manual.³⁶ Todos os dados foram coletados por um fisioterapeuta com treinamento prévio e experiência no uso do equipamento.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO



6.1 Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada com os softwares GraphPadInstat (v. 3.06), Microsoft Excel (v. 7.0) e GraphPadPrism (v. 3.02).

Para comparação entre as medidas foram consideradas as médias das medidas de força para inversão e eversão de cada sujeito nos dias 0, 2 e 4, assim como os valores de força máxima para inversão e eversão de cada sujeito nos dias 0, 2 e 4.

O Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) foi calculado para a avaliação da média de força (dias 0,2 e 4) e da medida de força máxima (dias 0,2 e 4) para cada grupo muscular, relatados em conjunto, estabelecendo-se o intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$).

Utilizando-se o critério de valoração proposto por Fleiss,³⁷ foi considerado que os valores do ICC iguais ou maiores que 0.75 indicam excelente confiabilidade, 0.4 à 0.75 de razoável para boa confiabilidade, e de 0.4 para valores menores, pobre confiabilidade.

6.2 Resultados

A tabela 1, abaixo, expressa a média e desvio padrão dos valores médios de força muscular (kgf), de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores médios de força muscular (kgf), de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.

	Média Dia 0	Média Dia 2	Média Dia 4
Inversor D	22.08 (4.845)	22.05 (4.308)	21.46 (4.165)
Inversor E	18.34 (3.447)	18.57 (3.608)	18.3 (3.339)
Eversor D	20.60 (3.518)	20.60 (3.021)	20.74 (3.456)
Eversor E	21.57 (4.033)	21.59 (3.793)	21.85 (3.499)

A tabela 2, abaixo, fornece os dados de média e desvio padrão dos valores máximos de força muscular (kgf) de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores máximos de força muscular (kgf) de cada grupo muscular, nos dias 0,2 e 4.

	Máx Dia 0	Máx Dia 2	Máx Dia 4
Inversor D	23.23 (4.804)	23.27 (4.155)	22.48 (4.147)
Inversor E	19.09 (3.359)	19.86 (4.134)	19.37 (3.513)
Eversor D	21.66 (3.444)	21.77 (3.149)	21.96 (3.680)
Eversor E	22.43 (4.201)	22.74 (3.894)	22.77 (3.573)

A tabela 3, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e o intervalo de confiança de 95% obtidos comparando os valores médios de cada dia de teste.

Tabela 3: Coeficiente de correlação intraclasse e intervalo de confiança (95%) comparando os valores médios de cada dia de medição.

	Média Dia 0X2	Média Dia 0X4	Média Dia 2X4
Inversor D	0.9009 0.8874 to 0.9823	0.8908 0.7399 to 0.9563	0.8837 0.7244 to 0.9534
Inversor E	0.9129 0.7891 to 0.9654	0.9074 0.7767 to 0.9632	0.9549 0.8874 to 0.9823
Eversor D	0.8647 0.6837 to 0.9454	0.8302 0.6127 to 0.9308	0.9614 0.9032 to 0.9849
Eversor E	0.9076 0.7772 to 0.9633	0.9035 0.7681 to 0.9616	0.8920 0.7426 to 0.9568

A tabela 4 ilustra o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e o intervalo de confiança de 95% obtidos comparando os valores máximos de cada dia de teste.

Tabela 4: Coeficiente de correlação intraclasse e intervalo de confiança (95%) comparando os valores máximos de cada dia de medição.

	Máx Dia 0X2	Máx Dia 0X4	Máx Dia 2X4
Inversor D	0.9019 0.7643 to 0.9609	0.9016 0.7637 to 0.9608	0.9087 0.7796 to 0.9637
Inversor E	0.8735 0.7025 to 0.9491	0.8702 0.6954 to 0.9478	0.8727 0.7008 to 0.9488
Eversor D	0.8653 0.5355 to 0.9136	0.7907 0.5355 to 0.9136	0.8962 0.7519 to 0.9586
Eversor E	0.9155 0.7950 to 0.9665	0.8801 0.7166 to 0.9519	0.9277 0.8230 to 0.9714

O gráfico 1, abaixo, expressa a distribuição dos valores médios de força da musculatura inversora do tornozelo direito, obtidos nos dias 0, 2 e 4 de teste.

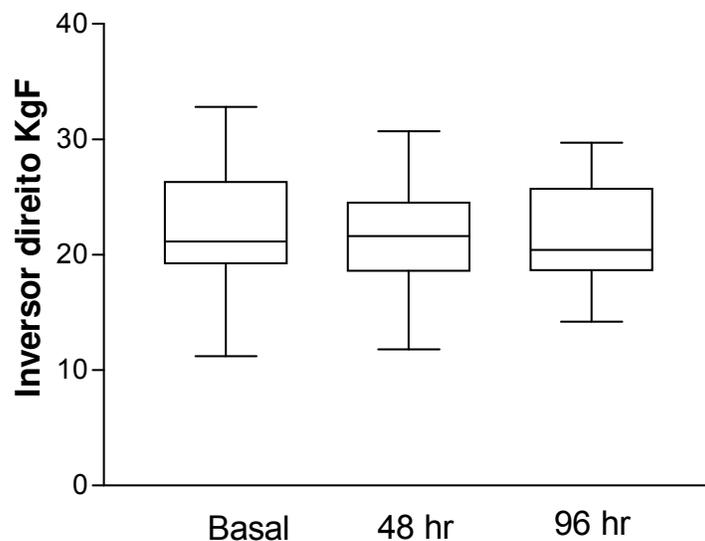


Gráfico 1 - Distribuição dos valores médios de força da musculatura inversora do tornozelo direito, nos os dias 0,2 e 4.

O gráfico 2, abaixo, expressa a distribuição dos valores médios de força da musculatura eversora do tornozelo direito, nos dias 0,2 e 4.

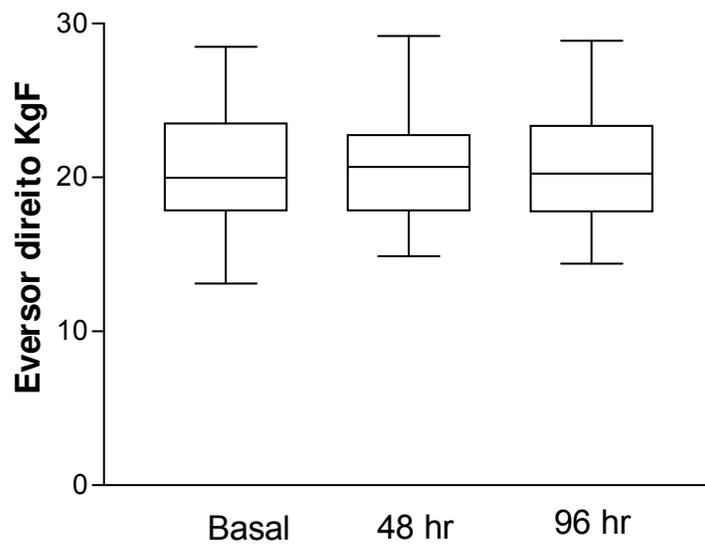


Gráfico 2 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura eversora do tornozelo direito, nos dias 0,2 e 4.

O gráfico 3, abaixo, expressa a distribuição dos valores médios de força da musculatura inversora do tornozelo esquerdo, obtidos nos dias de teste 0,2 e 4.

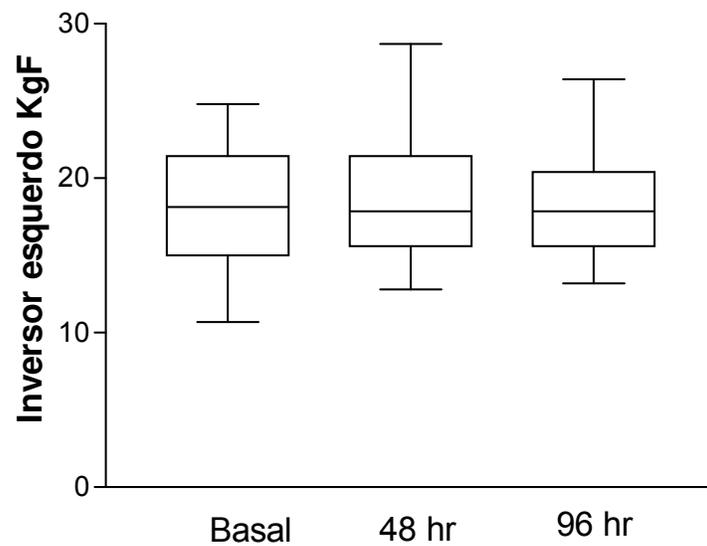


Gráfico 3 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura inversora do tornozelo esquerdo, entre os dias 0,2 e 4.

O Gráfico 4, abaixo, expressa a distribuição dos valores médios de força da musculatura eversora do tornozelo esquerdo, obtidos entre os dias de teste 0,2 e 4.

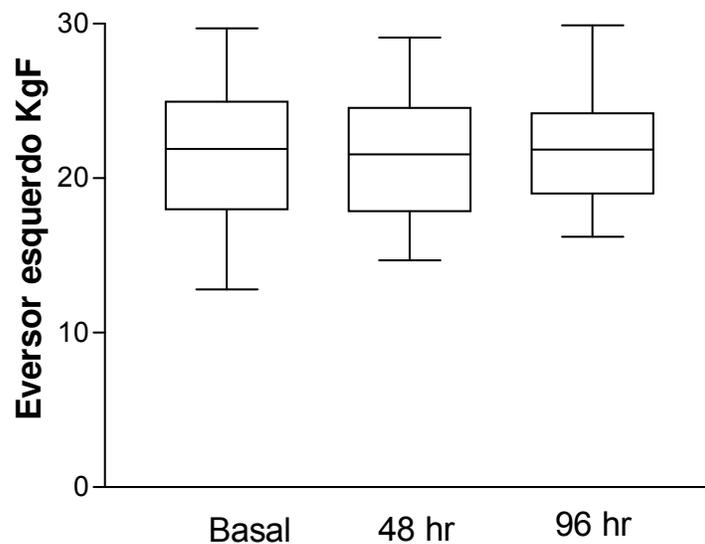


Gráfico 4 - Distribuição dos valores médios da força da musculatura eversora do tornozelo esquerdo, entre os dias 0,2 e 4.

O gráfico 5, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando os valores de força da primeira medida com a segunda medida, do primeiro dia de teste, denominado de dia 0 ou medida basal.

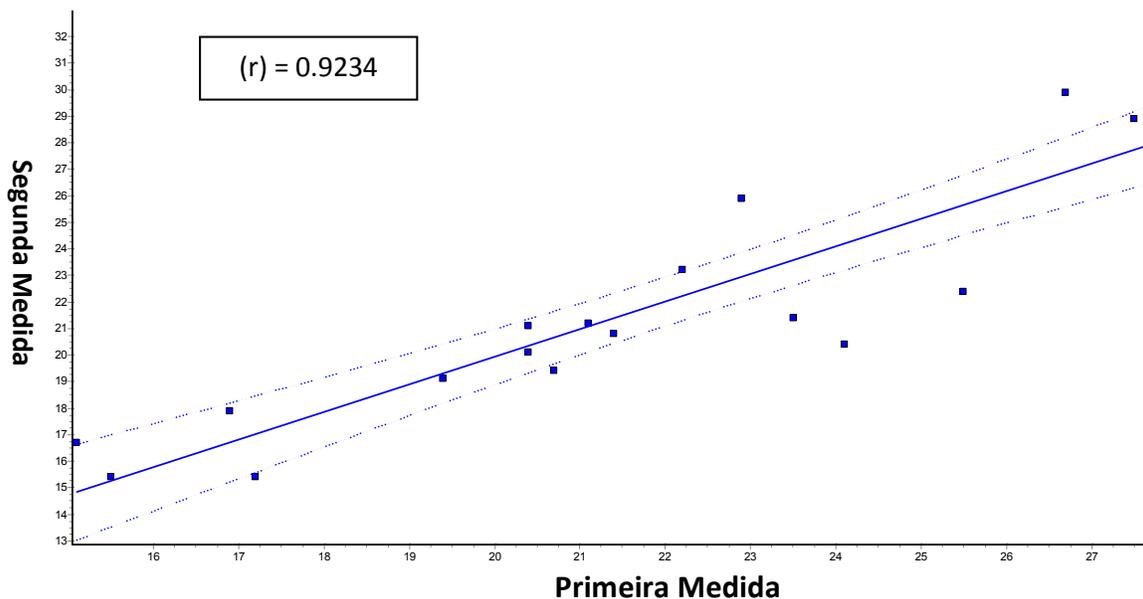


Gráfico 5 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a primeira medida com a segunda medida do dia 0.

O gráfico 6, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando os valores de força da primeira medida com a terceira medida, do primeiro dia de teste, denominado de dia 0 ou medida basal.

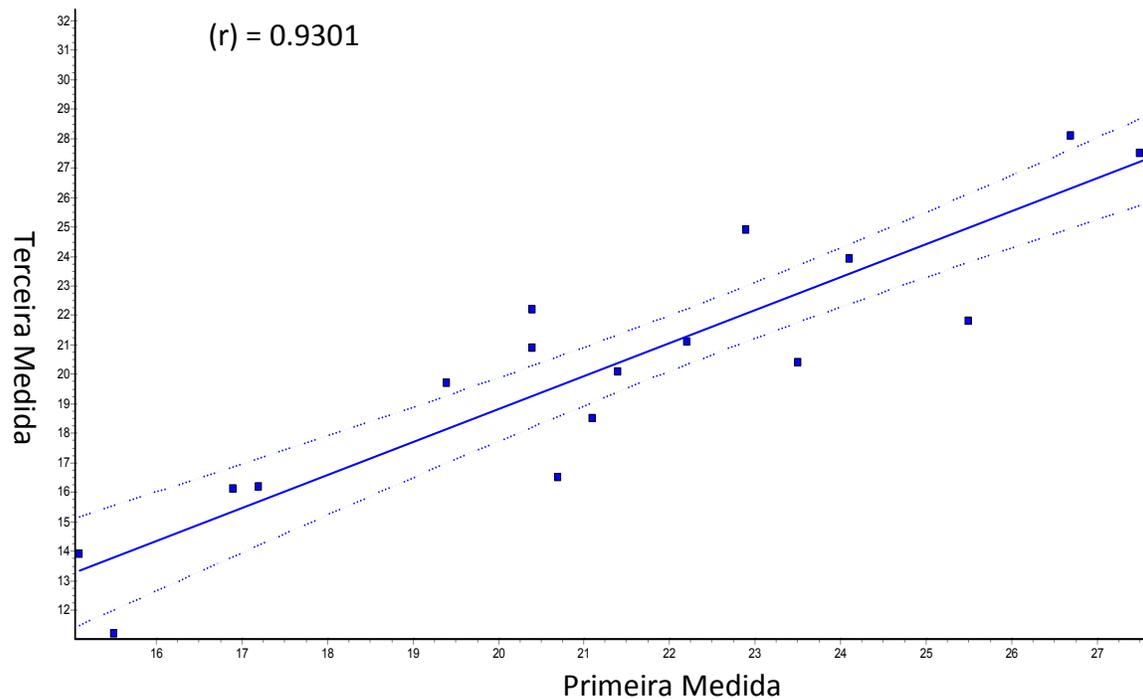


Gráfico 6 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a primeira medida com a terceira medida, do dia 0.

O gráfico 7, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando os valores de força da segunda medida com a terceira medida, do primeiro dia de teste, denominado de dia 0 ou medida basal.

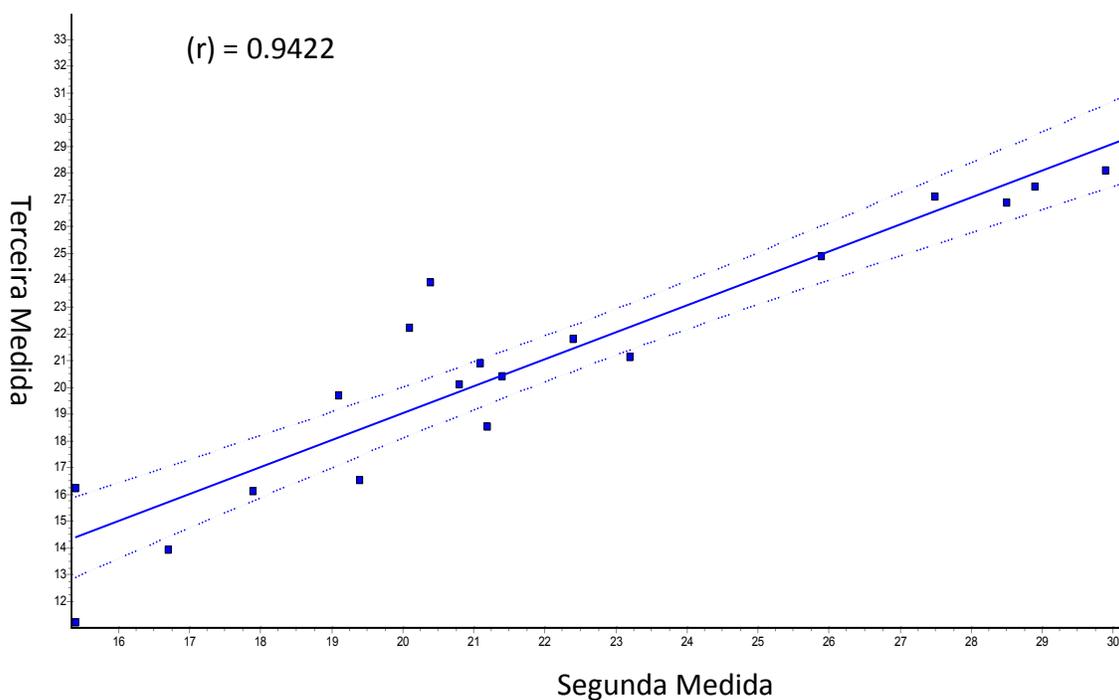


Gráfico 7 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando a segunda medida com a terceira medida, do dia 0.

O gráfico 8, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando as medidas de força máxima entre a medida do dia 0 (basal) com a medida do dia 2.

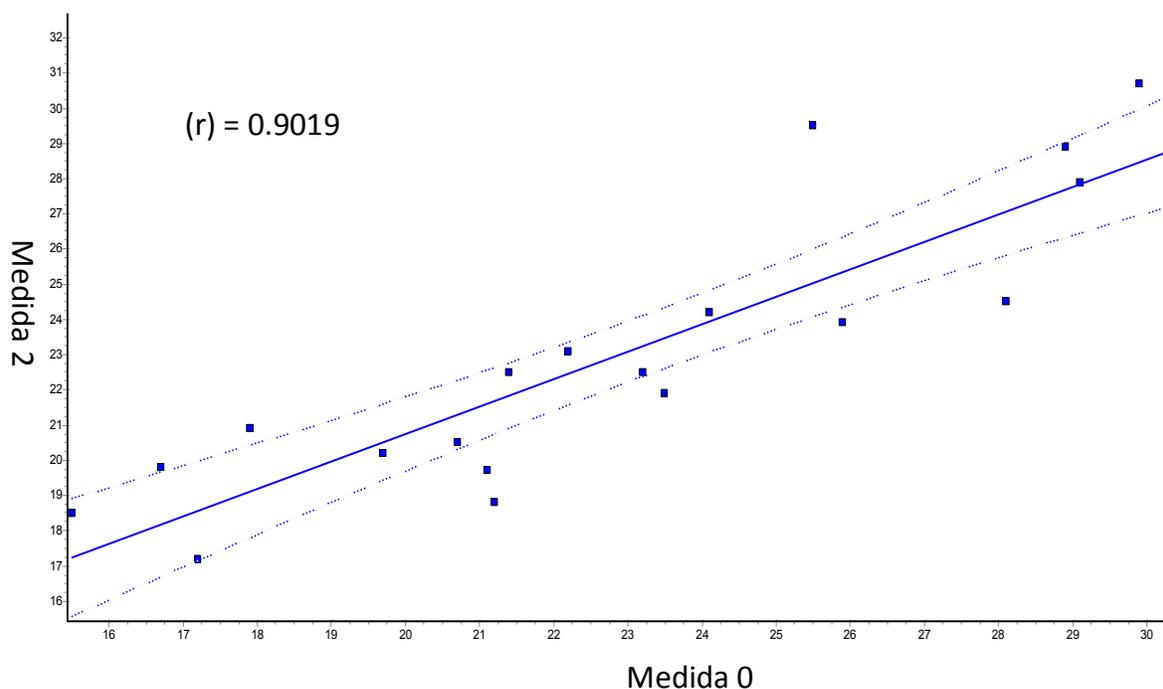


Gráfico 8 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 0 (basal) com dia 2.

O gráfico 9, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando as medidas de força máxima entre a medida do dia 0 (basal) com a medida do dia 4.

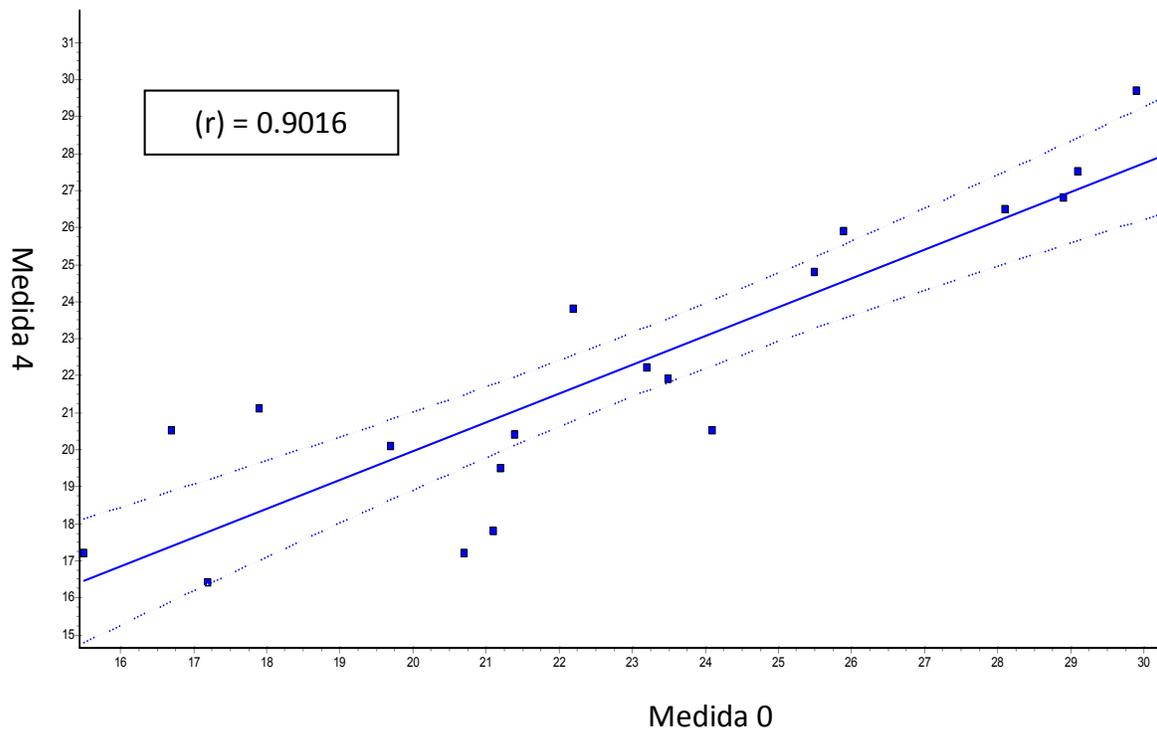


Gráfico 9 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 0 (basal) com dia 4.

O gráfico 10, abaixo, mostra o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito, comparando as medidas de força máxima entre a medida do dia 2 com a medida do dia 4.

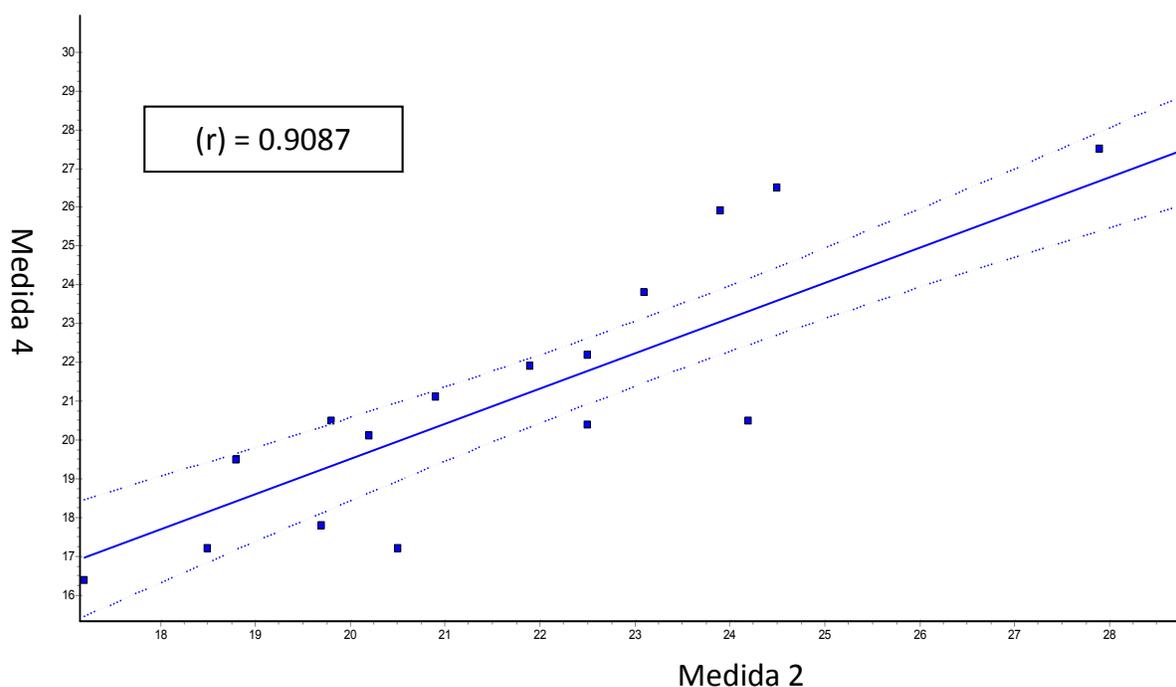


Gráfico 10 - Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) da musculatura inversora do tornozelo direito. Medidas de força máxima entre dia 2 com dia 4.

6.3 Discussão

A análise estatística realizada através do teste t pareado da média da combinação de todos os valores de força obtidos, comparando a medida basal com a medida 48 hs e 96 hs, não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0.05$), tanto para os inversores como para os eversores do tornozelo bilateralmente. Também em relação aos inversores e eversores do tornozelo bilateralmente, a comparação dos valores máximos de força obtidos na medida basal, 48 hs e 96 hs, não apresentaram diferença estatisticamente significativa através do teste t pareado, com valor de $p > 0.05$. Esses resultados nos levam a entender que na prática clínica não há necessidade de se calcular a

média das 3 medidas, podendo-se levar em consideração apenas o valor máximo, já que tanto a variação da média dos valores de força como a variação da média dos valores máximos de força não apresentam índice de significância ($p > 0.05$). Utilizando-se apenas os valores máximos, há uma otimização do tempo de realização do teste e registro dos dados.

O Coeficiente de Correlação Intraclasse apresentou valores de r acima de 0,75 em todas as medidas de força dos grupos inversores e eversores, tanto do tornozelo direito como esquerdo, apresentando excelente correlação entre os valores obtidos nos mesmos dias de teste assim como na comparação de dias diferentes de teste. Esse índice se reproduziu tanto para a média dos valores como para valores máximos de força.

O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) indica excelente confiabilidade para todos os valores de força, tanto para valores de média ou valores de força máxima medidos entre os dias de teste. Esses resultados são consistentes com as conclusões de estudos anteriores sobre confiabilidade intraexaminador com dinamômetros manuais^{7,16,38,39,40,41,42} avaliando outras articulações.

Outros estudos mostram grande correlação estatística para o coeficiente de correlação intraclasse, apesar da amostra dos estudos apresentarem características diferentes da amostra apresentada em nosso estudo. Spink et al,⁴³ avaliou confiabilidade intra e inter examinador da força muscular do tornozelo em idosos utilizando o dinamômetro manual. Os músculos testados foram os

dorsiflexores, inversores, eversores, plante flexores e flexor plantar do halux. Os testes foram realizados com o paciente na posição supina com o quadril e joelho em extensão. A análise estatística foi realizada através do Índice de Correlação Intraclasse e intervalo de confiança de 95%. A confiabilidade do teste de força com a utilização do dinamômetro manual foi excelente sendo o ICC de 0,78-0,90 para os inversores e eversores e IC95% de 0,80 – 0,94 para os inversores e 0,67 – 0,92 para os eversores, sendo esses valores semelhantes aos resultados obtidos em nosso estudo.

O estudo de Rose et al,⁴⁴ avaliou a força da musculatura do tornozelo utilizando o dinamômetro manual em 60 crianças de 2 a 4 anos de idade, na posição sentada. ICC e IC 95% foram calculados para determinar a confiabilidade intraexaminador. O ICC foi de 0,88 – 0,95 e o IC95% foi de 0,81 – 0,98. Esses resultados se assemelham aos resultados obtidos em nosso estudo, e apontam a possibilidade de utilizar o teste em crianças.

Taylor et al,⁴⁵ avaliaram a confiabilidade do teste – reteste das medidas de força muscular dos membros inferiores, utilizando o dinamômetro manual em 10 jovens com paralisia cerebral. Foram avaliados os planteflexores do tornozelo, extensores de joelho, flexores, abdutores e extensores de quadril. O ICC para os plante flexores do tornozelo foi de 0,96, sendo que para os outros grupos musculares do membro inferior o ICC variou de 0,81 a 0,98, apresentando alto grau de reprodutibilidade. Esses resultados também se assemelham aos

resultados obtidos em nossos estudos e apontam a possibilidade de uso da técnica em crianças com deficiência física e mental.

Além da importante correlação dos resultados obtidos no ICC em comparação com outros estudos já citados, objetivo e foco principal do nosso estudo, é importante ressaltar os valores de força dos grupos musculares estudados. Em nosso estudo, os valores médios de força para a musculatura inversora e eversora do tornozelo são de 20.13 e 21.16 respectivamente.

No estudo realizado por Spink et al,⁴³ com indivíduos jovens com média de idade de 23.2 (SD +/- 4.3), idade próxima a idade dos sujeitos de nossa amostra, os valores médios de força isométrica para musculatura inversora são de 18.87 (SD +/- 4.5) e os valores médios de força isométrica para musculatura eversora são de 18.21 (SD +/- 3.7). Em nosso estudo os valores médios de força isométrica máxima da musculatura inversora e eversora do tornozelo foram respectivamente 6,3% e 13,9% maior que os valores médios achados por Spink et al.⁴³ Esse fato se deve provavelmente as diferenças de posicionamento para coleta de dados, já que no estudo citado os sujeitos foram posicionados com o membro testado em extensão de quadril e joelho. Maiores investigações comparando o posicionamento dos sujeitos e o resultado dos valores de força obtidos devem ser realizadas em futuros estudos.

Uma possível limitação desse estudo é que as medidas não foram realizadas de forma cega. A força inadequada e a estabilização inadequada pelo examinador pode também afetar o resultado.⁴³ Outra limitação é que o estudo não

avaliou a confiabilidade interexaminador, o que poderia estimar a reprodutibilidade da aferição por diferentes examinadores.^{41,42} A confiabilidade interexaminador da medida de força isométrica da musculatura inversora e eversora do tornozelo utilizando o dinamômetro manual Lafayette é o objetivo do nosso próximo estudo.

7. CONCLUSÃO



Conforme os resultados obtidos neste estudo, a utilização do dinamômetro manual para quantificar força muscular inversora e eversora de tornozelo com a técnica descrita mostrou-se confiável, com ótimo nível de correlação entre as medidas e alto grau de reprodutibilidade.

A confiabilidade ocorre tanto utilizando-se a média das medidas tomadas no mesmo dia como se forem considerados os valores máximos de cada dia, o que aponta para a possibilidade de uso das medidas máximas na prática cotidiana, simplificando o procedimento.

Outros estudos são necessários para testar a confiabilidade entre examinadores distintos, uma vez que neste estudo apenas um examinador procedeu a todas as medidas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS



O estudo aponta para a possibilidade de se utilizar na prática cotidiana a técnica descrita para o dinamômetro manual, com vantagens sobre a técnica subjetiva (TFM) e sobre o uso de equipamentos mais sofisticados.

Com relação a técnica subjetiva, há uma maior precisão e reprodutibilidade, com medidas menos dependentes da experiência e habilidades individuais.

Com relação aos equipamentos mais sofisticados, temos uma maior portabilidade, uma maior facilidade na tomada de medidas, a possibilidade de ser utilizada em distintos grupos musculares com praticidade e curto período de tempo de coleta, assim como um melhor custo – benefício.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1. Balduini FC, Tetzlaff J. Historical perspectives on injuries of the ligaments of the ankle. Clin Sports Med. 1982 Mar;1(1):3-12.
2. Bosien WR, Staples OS, Russell SW. Residual disability following acute ankle sprains. J Bone Joint Surg. 1955 Dec;37-A(6):1237-1243.
3. Grana WA: Chronic pain after ankle sprain. Phys Sportsmed. 1995;23:67-79.
4. Staples OS. Ruptures of the fibular collateral ligaments of the ankle. Result study of immediate surgical treatment. J Bone Joint Surg. 1975 Jan;57(1):101-107.
5. Tropp H: Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. Int J Sports Med. 1986 oct;7(5):291-294.
6. Deones VL, Wiley SC, Worrell T. Assessment of Quadriceps Muscle Performance by a Hand-Held Dynamometer and an Isokinetic Dynamometer. J Orthop Sports Phys Ther. 1994 Dec; 20(6):296-301.
7. Bohannon RW. Manual muscle test scores and dynamometer test scores of knee extension strength. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1986a Jun;67(6):390-2.
8. Harding B, Black T, Bruulsema A, Maxwell B, Stratford P. Reliability of a reciprocal test protocol performed on the kinetic communicator: An isokinetic

- test of knee extensor and flexor strength. J Orthop Sports Phys Ther. 1988;10(6):218 – 223.
9. Holmes JR, Alderink GI. Isokinetic strength characteristics of the quadriceps femoris and hamstring muscles in high school students. Phys Ther. 1984 Jun;64(6):914-918.
 10. Montgomery LC, Douglass LW, Deuster PA. Reliability of an isokinetic test of muscle strength and endurance. J Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1989;10(8):315-322.
 11. Lohson J, Siege D. Reliability of an isokinetic movement of the knee extensors. RES-Q Healthcare Systems. 1978 Mar;49(1):88-90.
 12. Tredinnick TI, Duncan PW. Reliability of measurements of concentric and eccentric isokinetic loading. Physical Therapy. 1988 May;68(5):656-659.
 13. Wessell GC, Luongo F, Lshenvood L. Reliability of work measurements recorded during concentric and eccentric contractions of the knee extensors in healthy subjects. Physiotherapy Canada Journal Articles. 1989;4(1):250-253.
 14. Beasley WC. Quantitative muscle testing: principles and applications to research and clinical services. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1961 Jun; 42:398-425.
 15. Frese E, Brown M, Norton BI. Clinical reliability of manual muscle testing. Physical Therapy. 1987 Jul;67(7):1072-1076.

16. Wadsworth CT, Krishnan R, Sear M, Harrold J, Nielsen DH. Intrarater reliability of manual muscle testing and hand-held dynamometric muscle testing. *Phys Ther.* 1987 Sep;67(9):1342-1347.
17. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Physical Therapy.* 1986b Feb;66(2):206-209.
18. Edwards RH, McDonnell M. Handheld dynamometry for evaluating voluntary muscle function. *UK: The Lancet.* 1974 Sep 28;2(7883):757-758.
19. Rheault R, Beal L, Kubik KR, Shepley A. Intertester reliability of the handheld dynamometer for wrist flexion and extension. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1989 Dez;70(13):907-10.
20. Noreau L, Vachon J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1998 Oct;36(10):716-723.
21. Schwartz S, Cohen ME, Herbison GJ, Shah A. Relationship between two measures of upper extremity strength: manual muscle test compared to hand-held myometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992 Nov;73(11):1063-1068.
22. Reed RL, Den HR, Yochum K, Pearlmutter L, Ruttinger AC, Mooradian AD. A Comparison of hand-held isometric strength measurement with isokinetic muscle strength measurement in the elderly. *Journal of the American Geriatrics Society.* 1993 Jan;41(1):53-6.

23. Knapik LL, Ramos MU. Isokinetic and isometric torque relationships in human body. *Arch Phys Med Rehabil.* 1980 Feb;61(2):64-67.
24. Wilkerson GB, Pinerola JJ, Caturano RW. Invertor vs evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1997 Aug;26(2):78–86.
25. Kaminski TW, Dover GC. Reliability of inversion and eversion Peak and average-torque measurements from the Biodex System 3 dynamometer. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2001 Aug;10(3):205–220.
26. Hartsell HD, Spaulding SJ. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *British Journal of Sports Medicine.* 1999 Aug;33(4):255–258.
27. Buckey BD, Kaminski TW, Powers ME, Ortiz C, Hubbard TJ. Using reciprocal muscle group ratios to examine isokinetic strength in the ankle: a new concept. *Journal of Athletic Training.* 2001;36(suppl):S-93.
28. Wong DL, Glasheen-Wray M, Andrews LF. Isokinetic evaluation of the ankle invertors and evertors. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1984;5(5):246–252.
29. Karnofel H, Wilkinson K, Lentell G. Reliability of isokinetic muscle testing at the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1989;11(4):150–154.

30. Aydoğ E, Aydoğ ST, Cakci A, Doral MN. Reliability of isokinetic ankle inversion- and eversion-strength measurement in neutral foot position, using the Biodex dynamometer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004 Sep;12(5):478-81.
31. Sobotta, J. Sobotta Atlas de Anatomia Humana. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan; 2006.vol 2. 22ª ed.
32. Netter FH. Atlas de anatomia humana. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
33. Santos MJ, Liu W. Possible Factors Related to Functional Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2008 Mar;38(3);150-157
34. Hougum PA, Champaign IL. Therapeutic exercise for athletic injuries. *Human Kinetics;* 2001:224-227.
35. Clarke DH. The influence on muscular fatigue patterns of the intercontraction rest interval. *Medicine & Science in Sports & Exercises.* 1971;3(2):83-88.
36. Jackson ET, Jackson AW, Frankowski CM, Long KM, Meske NB. Interdevice Reliability and Validity Assessment of the Nicholas Hand Held Dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994 Dec;20(6):302-306.
37. Fleiss JL: Reliability of Measurement. The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York, John Wiley & Sons, 1986.
38. Bohannon RW, Andrews AW. Accuracy of spring and strain gauge Hand-Held Dynamometers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10(8):323-325.

39. Byl NN, Richards S, Asturias J. Intrarater and interrater reliability of strength measurements of the biceps and deltoid using a hand-held dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1988;9(12):395-398.
40. Riddle DL, Finucane SD, Rothstein M, Walker ML. Intrasession and intersession reliability of hand-held dynamometer measurements taken on brain-damaged patients. *Phys Ther.* 1989 Mar;69(3):182-194.
41. Burns J, Redmond A, Ouvrier M, Crosbie J. Quantification of muscle strength and imbalance in neurogenic pes cavus, compared to health controls, using hand-held dynamometry. *Foot Ankle Int.* 2005 Jun;26(7):540–544.
42. Wang CY, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Jun;83(6):811–815.
43. Spink MJ, Fotoohabadi MR, Menz HB. Foot and Ankle Strength Assessment Using Hand-Held Dynamometry: Reliability and Age-Related Differences. *Gerontology.* 2010;56(6):525–532. Epub 2009 Dec 3.
44. Rose KJ, Burns J, Ryan MM, Ouvrier RA, North KN. A. Reliability of Quantifying Foot and Ankle Muscle Strength in Very Young Children. *Muscle Nerve.* 2008 May;37(5):626–631.
45. Taylor NF, Dodd KJ, Graham K. Test-Retest Reliability of Hand-Held Dynamometric Strength Testing in Young People With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Jan;85(1):77-80.