



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



**AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DE ROTAÇÃO
INTERNA DA ANCA: COMPARAÇÃO ENTRE CADEIAS
CINÉTICAS ABERTA E FECHADA**

Dissertação elaborada com vista à obtenção
do Grau de Mestre em Exercício e Saúde

Orientador

Professor Doutor Pedro Luís Camecelha de Pezarat Correia

Júri:

Presidente

Professor Doutor Pedro Luís Camecelha de Pezarat Correia

Vogais

Professor Doutor Orlando de Jesus Semedo Mendes Fernandes

Professora Doutora Maria Helena Santa Clara Pombo Rodrigues

Professora Doutora Maria Filomena Araújo Costa Cruz Carnide

João Pedro da Silva Martins

Lisboa 2013

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento da seguinte dissertação, para além do meu empenho e dedicação, foi necessária a colaboração, disponibilidade e amizade de várias pessoas, às quais gostaria de prestar o devido agradecimento.

Em primeiro lugar, agradecer ao meu orientador Professor Doutor Pedro Pezarat Correia pela orientação científica, partilha de conhecimentos e disponibilidade, não apenas no período de elaboração da dissertação, mas ao longo do meu percurso académico.

Ao Professor José Pedro Almeida, co-orientador, pela partilha de ideias e conhecimento para a elaboração desta dissertação e por me ter aberto portas para o meu futuro profissional.

Ao João Vaz, pela disponibilidade, paciência e mestria, para me ensinar e ajudar em todo o processo de recolha e análise de dados.

Ao Professor Doutor Orlando Fernandes, pela ajuda na criação das rotinas para a exportação de dados.

Ao meu “irmão” Pedro Cardoso, pela grande e verdadeira amizade, apoio e paciência para me aturar à tantos anos, sempre presente quer nos bons ou maus momentos.

Ao Diogo Martins e Francisco Tavares, pela companhia e amizade, misturada entre a discussão científica e a diversão.

À Titê, por ser a minha segunda mãe, por todo o apoio e carinho que sempre me deu, não só nestes últimos anos, mas ao longo da minha vida.

À minha Mãe, por ser a pessoa que mais gosta de mim no mundo e que eu mais adoro.

Índice

Índice de Tabelas	2
Índice de Figuras	2
Lista de Abreviaturas	2
Resumo	3
Abstract	4
1. Introdução.....	5
2. Revisão de Literatura.....	7
2.1. Descrição cinesiológica dos movimentos de rotação da anca.....	7
2.2. Métodos de avaliação da amplitude dos movimentos de rotação da anca.....	8
2.3. Relação entre amplitude dos movimentos de rotação da anca, lesões desportivas e performance	10
3. Metodologia.....	12
3.1. Objetivo	12
3.2. Descrição e design do estudo.....	12
3.3. Sujeitos	12
3.4. Avaliação 2D da amplitude máxima de rotação interna da anca em cadeia cinética aberta em decúbito ventral (CCADV)	13
3.5. Avaliação 3D da amplitude máxima de rotação interna da anca em cadeia cinética fechada em pé (CCFP).....	14
3.6. Análise cinemática.....	17
3.7. Análise estatística	20
4. Resultados	21
5. Discussão.....	24
6. Conclusão	27
7. Bibliografia.....	28

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Características descritivas dos valores de amplitude de rotação interna das ancas para os protocolos CCADV e CCFP	21
Tabela 2 - Valores do ICC para a fiabilidade entre teste e reteste.....	22
Tabela 3 - Comparação dos valores médios de amplitude de rotação interna das ancas entre os protocolos CCADV e CCFP	23

Índice de Figuras

Figura 1 - Protocolo de rotação interna da anca CCADV	14
Figura 2 - Posição inicial do protocolo CCFP.....	15
Figura 3 - Avaliação do membro inferior direito no protocolo CCFP	16
Figura 4 - Avaliação do membro inferior esquerdo no protocolo CCFP	16
Figura 5 - Identificação de segmentos no protocolo CCFP.....	17
Figura 6 - Representação do eixo referencial e do cálculo do ângulo no protocolo em CCADV	18
Figura 7 - Representação do volume espacial de calibração do protocolo em CCFP.....	19
Figura 8 - Representação, no plano horizontal, dos segmentos referentes ao cálculo dos ângulos no protocolo em CCFP	19

Lista de Abreviaturas

CCADV – cadeia cinética aberta em decúbito ventral

CCFP – cadeia cinética fechada em pé

ICC – coeficiente de correlação intraclasse

Dto – membro inferior direito

Esq – membro inferior esquerdo

Resumo

A amplitude de rotação interna da anca tem sido avaliada no âmbito desportivo, sendo uma variável com relevância para a incidência de lesões. Essa avaliação é tipicamente efetuada em cadeia cinética aberta, ao contrário da maioria das ações desportivas em que esse movimento é executado em cadeia cinética fechada. O objetivo desta investigação foi avaliar e comparar a amplitude máxima de rotação interna da anca, em ambos os membros inferiores, em cadeia cinética aberta em decúbito ventral (CCADV) e em cadeia cinética fechada na posição de pé (CCFP). 22 sujeitos do sexo masculino foram avaliados em duas ocasiões (teste e reteste), com recurso à análise cinemática 2D e 3D. Os resultados demonstraram que a amplitude de rotação interna da anca é estatisticamente diferente e de menor valor quando é medida em CCFP, face à avaliação efetuada em CCADV, apesar dos valores de reprodutibilidade dos testes serem baixo. As avaliações de amplitude de rotação interna da anca habitualmente efetuadas em CCADV poderão não corresponder à real amplitude que é efetuada em movimentos desportivos e quotidianos. A avaliação em CCFP será uma alternativa que dá resposta a esses requisitos, sendo no entanto necessário encontrar formas de aumentar a reprodutibilidade da avaliação.

Palavras-chave: Amplitude de rotação interna da anca, avaliação, cadeia cinética fechada

Abstract

Hip internal rotation range of motion (ROM) has been assessed in sports and it is a relevant variable in injury incidence. This evaluation is typically performed in open kinetic chain, unlike most sport activities in which this movement is performed in closed kinetic chain. The purpose of this study was to evaluate and compare the hip internal rotation ROM, in both lower limbs, in open kinetic chain in prone position (OKCPP) and closed kinetic chain in standing position (CKCSP). 22 male subjects were tested in two occasions (test-retest), using 2D and 3D kinematic analysis. The results demonstrated that hip internal rotation ROM is statistically different and with lower values when is measured in CKCSP, comparing with the evaluation in OKCPP, however the reproducibility results were low. Hip internal rotation ROM assessments usually made in OKCPP may not match the actual range that is made in sports and daily living movements. Evaluation in CKCSP may be an alternative that allows these requirements, however is necessary to find ways to increase the reproducibility of the assessment.

Keywords: Hip internal rotation ROM, evaluation, closed kinetic chain

1. Introdução

A anca ou articulação coxo-femoral serve como ponto de pivô central para o corpo como um todo, permitindo simultaneamente o movimento triplanar do fêmur em relação à pélvis, assim como do tronco e pélvis em relação ao fêmur (Neumann, 2010). Os movimentos de rotação interna e externa da articulação desempenham um papel central em ações como o andar ou durante variadas atividades da vida diária (Kouyoumdjian, Coulomb, Sanchez, & Asencio, 2012), bem como em ações desportivas, especialmente em desportos relacionados com rotações do tronco e da anca (Van Dillen, Bloom, Gombatto, & Susco, 2008).

Várias metodologias são aplicadas em relação à medição da amplitude de movimento de rotação da articulação coxo-femoral, essencialmente no tipo de movimento (ativo vs. passivo) e na posição usada na medição (decúbito ventral, decúbito dorsal ou sentado). Estas medições são avaliadas sem que os sujeitos sustentem o seu peso na articulação em causa, contrariamente à maioria das atividades diárias, bem como em desportos, em que a grande parte do tempo é passado com a sustentação do peso corporal (Gulgin, Armstrong, & Gribble, 2010). Além disso, muitas dessas atividades e ações desportivas realizam-se numa ativação sequencial em cadeia cinética fechada, em que a ação é iniciada numa base firme de suporte e a resultante das forças é transferida para o segmento móvel mais distal (Karandikar & Vargas, 2011), neste caso, uma ação de rotação da pélvis e tronco em relação ao membro inferior.

Torna-se assim relevante, principalmente em atletas, efetuar uma avaliação mais funcional da amplitude de movimento na rotação da anca, o que implica realizar a avaliação com o membro inferior em cadeia fechada. Na revisão de literatura realizada, apenas no estudo de Gulgin e colegas

(2010) se avaliou os participantes na posição de pé, com a sustentação do peso corporal, averiguando que as avaliações típicas sem a sustentação do peso podem não avaliar adequadamente a capacidade da articulação face às exigências dos desportos dos atletas. Ainda assim, essas avaliações foram efetuadas em cadeia cinética aberta, com a rotação dos membros inferiores em relação à pélvis, contrariamente à grande parte das ações desportivas, que são realizadas em cadeia cinética fechada.

Uma avaliação ajustada aos padrões de movimento ao qual a articulação coxo-femoral se integra e parece ter um papel fundamental, especialmente em atletas praticantes de desportos que impliquem uma rotação repetida do tronco e pélvis, pode ter elevada relevância. A fim de determinar a real amplitude de movimento nesse tipo de tarefa, o presente estudo propõe-se avaliar e comparar a amplitude máxima de rotação interna da anca, em ambos os membros inferiores, em cadeia cinética aberta em decúbito ventral (CCADV) e em cadeia cinética fechada na posição de pé (CCFP).

2. Revisão de Literatura

2.1. Descrição cinesiológica dos movimentos de rotação da anca

A rotação interna e externa da articulação coxo-femoral acontecem segundo um eixo vertical alinhado com a diáfise do fémur (Pezarat Correia & Espanha, 2010), no qual a rotação interna é executada no sentido na linha média do corpo e a rotação externa no sentido oposto à linha média. Qualquer um dos movimentos apresenta uma amplitude máxima de cerca de 45° (Pezarat Correia & Espanha, 2010).

Os músculos agonistas do movimento de rotação interna consistem no tensor da fáscia lata e pequeno glúteo. Quanto à rotação externa, um maior número de músculos são agonistas do movimento: grande glúteo, músculos pelvi-trocantéricos (piramidal da bacia, obturador interno, obturador externo, gêmeo superior, gêmeo inferior, quadrado crural), psoas-ilíaco, adutores e costureiro (Pezarat-Correia, Oliveira, & Freitas, 2012).

No ponto de vista da funcionalidade, estes movimentos da anca poderão atuar numa perspetiva inversa, sendo o membro inferior o ponto fixo e a rotação ser efetuada pela pélvis, atuando numa cadeia cinética fechada. A maior potenciação funcional de todo o grupo de músculos rotadores externos é reconhecida em atividades que impliquem a rotação da pélvis e tronco em apoio sobre um membro, intervindo os músculos, nessa situação, com origem e inserção invertida. Com o fémur direito mantido relativamente fixo, uma contração dos rotadores externos irá rodar a pélvis e o tronco para a esquerda. Os pequenos músculos rotadores externos parecem ter como uma das suas funções primárias a ação de estabilização dinâmica da articulação coxo-femoral durante rotações de velocidade elevada (Neumann, 2010).

No geral, são vários os fatores de que depende a amplitude de movimentos articulares. Fatores estruturais como os músculos e seus

constituintes contráteis, o tecido conjuntivo da unidade músculo-tendinosa, o tecido ósseo, a pele, ligamentos e tecido nervoso, contribuem para a limitação da amplitude de movimentos. Além desses, fatores neurais e outros fatores secundários como psicológicos, relacionados com a tarefa ou morfológicos podem ter influência nessa limitação (Alter, 1996; Freitas, 2010).

A morfologia da articulação coxo-femoral confere uma elevada estabilidade inerente, tendo a contribuição de vários fatores: 1) a estrutura do osso coxal, com uma cavidade com profundidade suficiente para alojar dois terços da cabeça do fêmur; 2) uma cápsula articular espessa e ampla reforçada por um suporte ligamentar resistente; 3) pressão intrarticular negativa que dificulta a separação das superfícies articulares; 4) envolvimento por numerosos e poderosos músculos da bacia e da coxa; 5) proximidade com articulações da bacia de reduzida mobilidade (Pezarat Correia & Espanha, 2010).

Existem alguns fatores limitantes passivos e ativos que podem restringir diretamente os movimentos de rotação da coxa. A rotação interna é limitada pela tensão do ligamento isquiofemoral, disposto posteriormente à cápsula articular, e dos músculos rotadores externos. (Alter, 1996; Pezarat Correia & Espanha, 2010).

2.2. Métodos de avaliação da amplitude dos movimentos de rotação da anca

A avaliação da anca tem tido um interesse relevante, nomeadamente na área das lesões. São vários os métodos usados para a sua examinação, distinguido o uso da imagem, num âmbito mais clínico, e de exames funcionais, onde se inclui a avaliação da amplitude de movimento (Safran, 2005).

Na literatura, os aparelhos de avaliação mais utilizados para a medição da amplitude de rotação da articulação coxo-femoral são o inclinômetro, o goniômetro e a análise de imagem. No estudo de Ellison e colegas (1990), foi comparado o uso dos dois primeiros instrumentos, não havendo diferenças significativas, mas sendo referido que o inclinômetro, além da maior facilidade de utilização, parece ser mais confiável. Ainda assim, num estudo de comparação entre os dois instrumentos efetuado por Bierma-Zeinstra (1998), existem algumas diferenças significativas, mas particularmente relacionadas com a performance designada nos testes, tendo o inclinômetro menor variabilidade nas medições de rotação passivas e rotação interna ativa da anca. Num trabalho publicado com a medição feita com o goniômetro, comparativamente à técnica de análise de imagem a 2D, não se verificaram diferenças significativas na amplitude de rotação interna ativa da anca (Moreside & McGill, 2011). Ainda assim, o uso da técnica de análise de imagem parece ter menor variabilidade (Ellenbecker et al., 2007) e é um método rápido e preciso (Kouyoumdjian et al., 2012).

Em relação à posição do sujeito na medição, são identificadas na literatura três posições para a medição da amplitude de rotação da anca: decúbito dorsal (anca a 0° e joelho a 90°), decúbito ventral (anca a 0° e joelho a 90°) e sentado (anca a 90° e joelho a 90°). A posição de decúbito ventral parece ser a que tem maiores valores de amplitude, apresentando diferenças significativas comparativamente às outras posições (Bierma-Zeinstra et al., 1998; Ellison et al., 1990; Simoneau, Hoenig, Lopley, & Papanek, 1998). Apesar disso, num estudo mais recente (Kouyoumdjian et al., 2012), utilizando análise de imagem por fotografia, não se encontraram diferenças significativas entre as posições, apesar dos autores referirem também a posição de decúbito ventral como a de referência, devido à menor variabilidade inter-observadores.

Apenas no estudo de Gulgin e colegas (2010) a avaliação da amplitude da anca foi realizada em pé, com a carga no peso corporal na articulação, contrariamente às outras posições de avaliação referidas anteriormente. Foi utilizado o método de análise cinemática a 3D, tendo sido observado um acréscimo de amplitude de rotação da anca com o aumento da flexão da referida articulação, comparativamente às posições com a anca em extensão.

2.3. Relação entre amplitude dos movimentos de rotação da anca, lesões desportivas e performance

Vários estudos têm relacionado um défice de amplitude de movimento de rotação da anca e assimetria entre os membros inferiores com a dor lombar. Essas avaliações tiveram referência tanto em sujeitos normais (Ellison et al., 1990), mas principalmente em atletas, particularmente de desportos relacionados com rotação repetida do tronco e pélvis (Van Dillen et al., 2008), como no golfe (Murray, Birley, Twycross-Lewis, & Morrissey, 2009; Vad et al., 2004), ténis (Vad, Gebeh, Dines, Altchek, & Norris, 2003) e judo (Almeida, de Souza, Sano, Saccol, & Cohen, 2012).

Existe uma relevância clínica em relação à assimetria na amplitude de rotação da anca, pois havendo uma ligação entre a coluna, a pélvis e a articulação coxo-femoral, a função dessa cadeia cinética pode ser alterada (Gulgin et al., 2010). Quando há uma limitação numa das zonas de movimento, as outras regiões podem ser afetadas. É assim teorizado que a amplitude de movimento limitada na anca pode ser compensada, por exemplo numa ação desportiva, por uma hipermobilidade da região lombar, gerando uma sobrecarga nessa zona devido a movimentos compensatórios repetitivos (Almeida et al., 2012; Van Dillen et al., 2008). Tomando como exemplo a fase final do *swing* no golfe, existe uma rotação do tronco e das ancas,

havendo uma rotação interna da anca de liderança para absorver o peso (Hume, Keogh, & Reid, 2005). Havendo limitação na amplitude de rotação interna, poderá ser a região lombar a sofrer essa sobrecarga, sendo referida como umas das zonas de incidência de lesão no golfe (Therriault & Lachance, 1998)

3. Metodologia

3.1. Objetivo

O objetivo principal deste estudo foi comparar a amplitude máxima de rotação interna das ancas num teste em cadeia cinética aberta em decúbito ventral (CCADV) e num teste em cadeia cinética fechada em pé (CCFP). Outro objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade temporal (fiabilidade) dos dois protocolos referidos.

3.2. Descrição e design do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Comportamento Motor da Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa. Todas as recolhas, colocações de marcas e instruções aos sujeitos foram realizadas pelo mesmo investigador. Os sujeitos da amostra participaram em duas ocasiões (teste e reteste), com o espaçamento mínimo de duas semanas a fim de diminuir a recordação a nível das instruções e a nível motor da primeira avaliação. Em cada ocasião, os participantes realizaram dois protocolos: rotação interna da anca, unilateralmente, em cadeia aberta em decúbito ventral e rotação interna da anca, unilateralmente, em cadeia fechada em pé. A ordem de recolhas dos protocolos foi efetuada num processo aleatório, quer intra-sujeitos (o sujeito que fizesse no teste os protocolos pela ordem CCADV-CCFP, faria no reteste a ordem inversa, e vice-versa), quer inter-sujeitos (para o mesmo dia de avaliação, a ordem de recolha dos protocolos era alternada de sujeito para sujeito).

3.3. Sujeitos

A amostra foi constituída por 24 sujeitos voluntários do sexo masculino. Como critérios de inclusão estes deveriam ter entre 18 e 38 anos, idade adulta

e de menor propensão a incidência de lesões, e sem historial de dor ou lesão a nível da anca, região lombar ou sacroilíaca (Gulgin et al., 2010; Kouyoumdjian et al., 2012; Moreside & McGill, 2011). Dos 24 sujeitos, 2 foram excluídos por não ter sido possível a realização do reteste.

3.4. Avaliação 2D da amplitude máxima de rotação interna da anca em cadeia cinética aberta em decúbito ventral (CCADV)

As medições foram obtidas com os participantes na posição de decúbito ventral, numa marquesa, com a anca em 0° de flexão e os joelhos a 90° de flexão. Duas marcas refletoras foram colocadas bilateralmente em cada perna pelo mesmo investigador, a primeira marca na tuberosidade anterior da tíbia, a segunda marca na intersecção entre a linha horizontal entre os maléolos e o bordo anterior da tíbia. Para evitar movimentos artefactos de adução e abdução da anca, foi colocado um instrumento com quatro suportes paralelos, onde ambas as coxas ficaram fixadas. A pélvis foi estabilizada com um cinto atado à volta da marquesa, para evitar movimento (Kouyoumdjian et al., 2012).

As medições da rotação interna da anca foram feitas unilateral e individualmente. Foi pedido aos participantes que executassem ativamente o movimento, afastando a perna para fora na maior amplitude possível, mantendo os joelhos a 90° de flexão (fig. 1). Foram realizadas três repetições para cada lado, tendo sido considerado o valor médio de amplitude das três repetições em cada lado (Murray et al., 2009).

Foi utilizada uma câmara A602fc (Basler Vision Technologies, Ahrensburg, Alemanha) a 10Hz, instalada num tripé a 0,64m e a 2,30m do centro da marquesa. Três marcas refletoras foram colocadas nas pernas da marquesa, com distâncias conhecidas, a fim de obter um eixo referencial.



Figura 1 - Protocolo de rotação interna da anca CCADV

3.5. Avaliação 3D da amplitude máxima de rotação interna da anca em cadeia cinética fechada em pé (CCFP)

As medições foram obtidas com os participantes na posição em pé, com os joelhos e ancas em extensão e com a distância entre os pés, paralelos, igual à distância entre o grande trocânter de cada coxa (Gulgin et al., 2010) (fig. 2). As marcas refletoras foram colocadas bilateralmente pelo mesmo investigador, usando os seguintes pontos anatômicos: espinha ilíaca ântero-superior, espinha ilíaca póstero-superior, grande trocânter, côndilo femoral externo e côndilo femoral interno.

Os participantes permaneceram num quadrado 50x50 cm marcado no chão, ponto central de focagem das câmaras. Foi indicado aos participantes que fizessem uma rotação no eixo vertical do tronco e pélvis em torno do membro inferior a ser avaliado, mantendo a anca e joelho em extensão e não movendo o pé. O pé do membro inferior contrário poderia ser rodado, com apoio no terço anterior, para assistir o movimento. As mãos foram colocadas

na zona torácica a fim de não taparem nenhuma marca refletora (fig. 3, 4 e 5). Foram realizadas três repetições para cada lado, tendo sido considerado o valor médio de amplitude das três repetições em cada lado.

Foram utilizadas quatro câmaras A602fc (Basler Vision Technologies, Ahrensburg, Alemanha) a 10Hz, para capturar o movimento das marcas refletoras em cada participante. Um bastão com duas marcas refletoras colocadas com distâncias conhecidas foi usado para a calibração do sistema, passando pelos quatro cantos do quadrado central de referência.

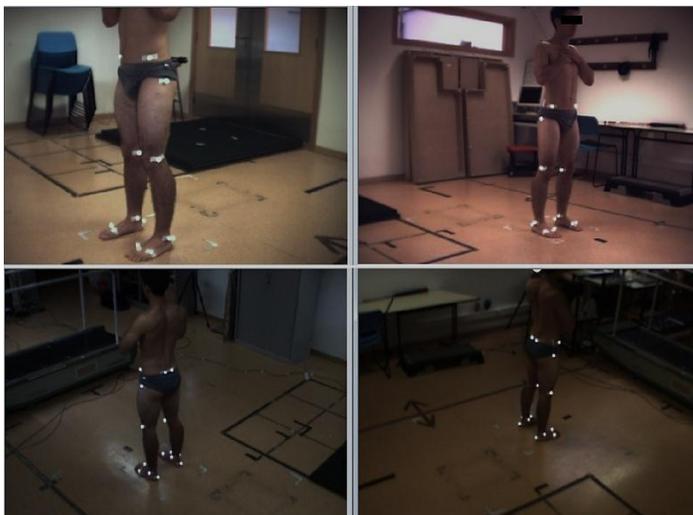


Figura 2 - Posição inicial do protocolo CCFP

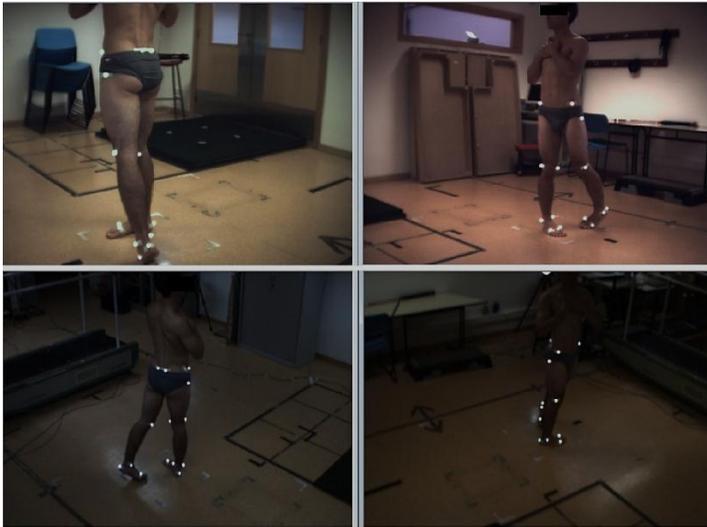


Figura 3 - Avaliação do membro inferior direito no protocolo CCFP

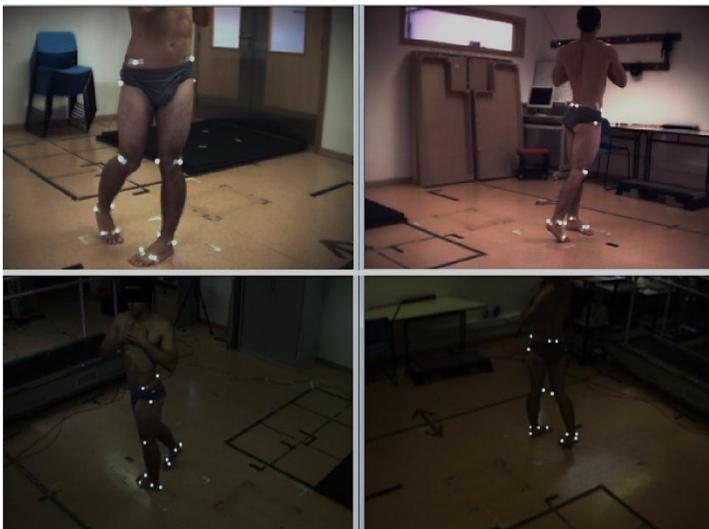


Figura 4 - Avaliação do membro inferior esquerdo no protocolo CCFP

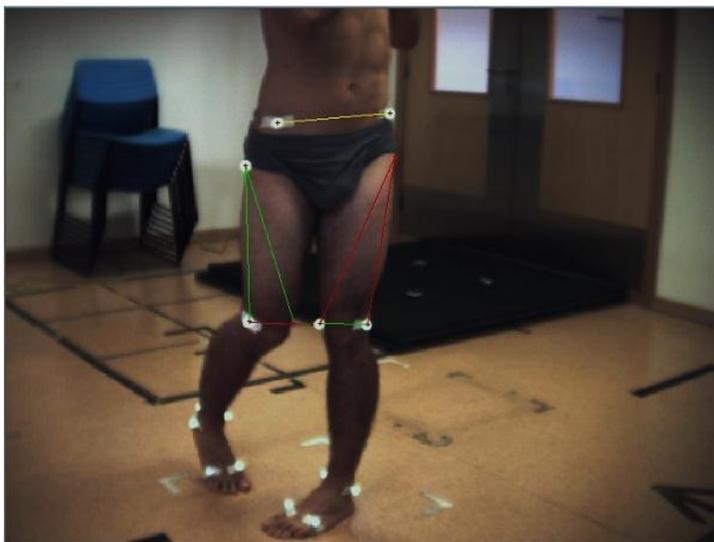


Figura 5 - Identificação de segmentos no protocolo CCFP

3.6. Análise cinemática

O programa SIMI 3D Motionsystem (SIMI Reality Motion Systems GmbH, Unterschleissheim, Alemanha) foi usado para a recolha de imagens. Para o protocolo em CCADV, o eixo definido pelas três marcas refletoras colocadas na marquês foi utilizado como o eixo referencial de calibração (fig. 6). No protocolo em CCFP foi utilizado para calibração o volume espacial definido pela passagem de um bastão com duas marcas refletoras com distâncias conhecidas pelos quatro cantos do quadrado de referência, formando um paralelepípedo (fig.7), tendo sido efetuada uma filmagem para cada dia de avaliação. Através deste programa foi feita a identificação dos pontos anatómicos assinalados com as marcas refletoras, para cada câmara de cada avaliação e de cada sujeito, sendo assim extraídas as coordenadas de cada ponto durante cada protocolo.

O programa MATLAB R2012a (MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, U.S.A.) foi usado para a análise de coordenadas e cálculo de ângulos. Para o protocolo em CCADV foi calculado o ângulo entre o segmento definido pelas marcas colocadas em cada perna e o eixo vertical (fig. 6). Para o protocolo em cadeia cinética fechada em pé foi calculado o ângulo, no plano horizontal, entre um segmento definido pelo ponto médio entre as espinhas ilíacas ântero-superiores esquerda e direita e o ponto médio entre as espinhas ilíacas póstero-superiores esquerda e direita, e um segmento definido pelos côndilos femorais interno e externo de cada membro inferior (fig.8).

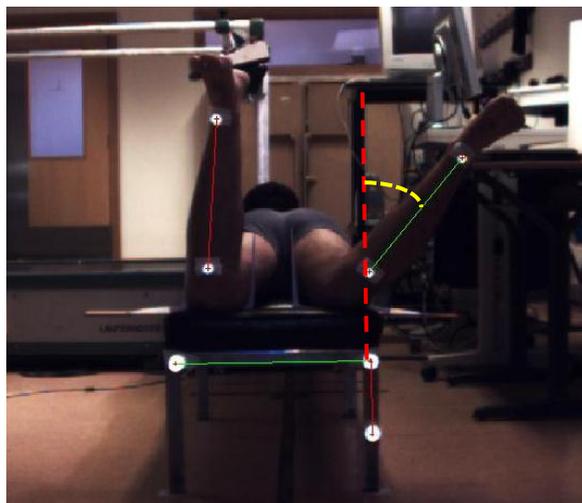


Figura 6 - Representação do eixo referencial e do cálculo do ângulo no protocolo em CCADV

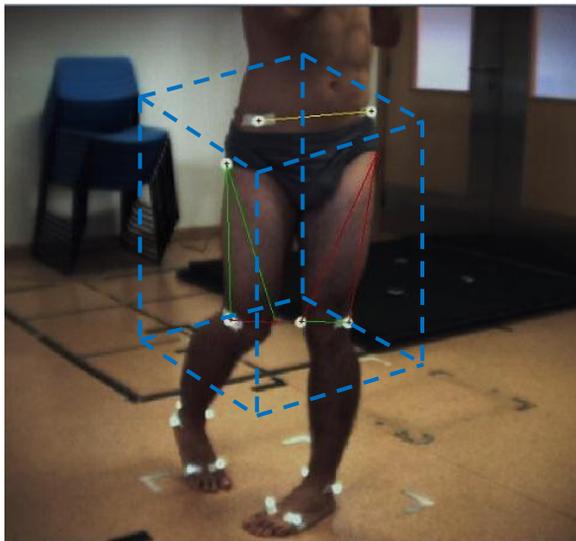


Figura 7 - Representação do volume espacial de calibração do protocolo em CCFP

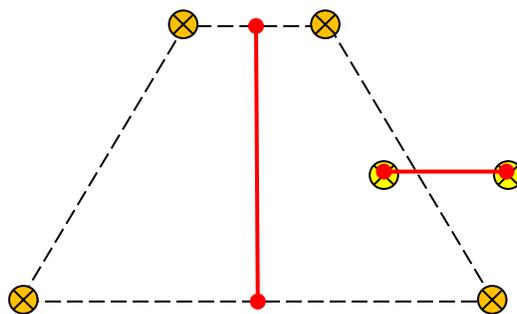


Figura 8 - Representação, no plano horizontal, dos segmentos referentes ao cálculo dos ângulos no protocolo em CCFP

3.7. Análise estatística

Os dados recolhidos foram analisados através do programa estatístico SPSS Statistics para Windows versão 20.0, 2011 (SPSS Inc., IBM Company, Chicago). Em todos os testes, o nível de significância considerado foi de $\alpha < 0,05$.

Para avaliar se existiriam diferenças estatisticamente significativas entre os valores de amplitude de rotação interna da anca nos testes realizados, foram utilizados os testes t de *student* emparelhados. Para tal, foram comparados os valores dos protocolos em CCADV e CCFP efetuados no mesmo dia de avaliação, tendo sido efetuado esse cálculo para o teste e para o reteste. Para avaliar a fiabilidade entre o teste e reteste, foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse (ICC).

4. Resultados

A amostra foi constituída por 22 sujeitos do sexo masculino, com idades entre os 18 e os 38 anos, com uma média de idade de 23 ± 4 anos.

Na tabela 1 estão apresentados os valores de amplitude de rotação interna das ancas, calculados a partir do valor médio das três repetições efetuadas em cada teste, para cada membro inferior. Para o protocolo CCADV, verificam-se médias para o membro inferior direito de $35,92 \pm 9,04^\circ$ e $33,64 \pm 7,40^\circ$, teste e reteste, respetivamente. Para o membro inferior esquerdo, médias de $34,08 \pm 9,31^\circ$ e $33,74 \pm 6,63^\circ$. No protocolo CCFP os valores verificam-se menores face ao respetivo membro e teste do protocolo anterior. Para o membro inferior direito, as médias são de $31,09 \pm 9,91^\circ$ e $28,56 \pm 9,18^\circ$, e para o membro inferior esquerdo, médias de $23,69 \pm 7,26^\circ$ e $23,61 \pm 6,48^\circ$. Quando consideramos os valores mínimos e máximos, a maioria dos valores no protocolo CCADV são superiores aos valores do protocolo CCFP, apenas não se verificando no valor máximo do reteste para o membro inferior direito.

Tabela 1 - Caraterísticas descritivas dos valores de amplitude de rotação interna das ancas para os protocolos CCADV e CCFP

		Teste				Reteste			
		min.	máx.	média	d.p.	min.	máx.	média	d.p.
CCADV ($^\circ$)	Dto	21,13	52,22	35,92	9,04	20,06	48,30	33,64	7,40
	Esq	17,72	52,18	34,08	9,31	23,43	45,61	33,74	6,63
CCFP ($^\circ$)	Dto	16,95	47,19	31,09	9,19	14,79	49,59	28,56	9,18
	Esq	10,21	38,77	23,69	7,26	13,82	37,05	23,61	6,48

CCADV: cadeia cinética aberta em decúbito ventral, CCFP: cadeia cinética fechada em pé, min: mínimo, máx: máximo, d.p.: desvio padrão, Dto: membro inferior direito, Esq: membro inferior esquerdo

Para verificar a fiabilidade para o mesmo protocolo entre teste e reteste, foram calculados os valores do coeficiente de correlação intraclasse (tabela 2). O valor mais alto foi de 0,748 para o membro inferior esquerdo no protocolo CCADV e o valor mais baixo de 0,233 para o mesmo membro no protocolo CCFP.

Tabela 2 - Valores do ICC para a fiabilidade entre teste e reteste

		ICC
CCADV	Dto	0,473
	Esq	0,748
CCFP	Dto	0,688
	Esq	0,233

ICC: coeficiente de correlação intraclasse, CCADV: cadeia cinética aberta em decúbito ventral, CCFP: cadeia cinética fechada em pé, Dto: membro inferior direito, Esq: membro inferior esquerdo

Através da análise estatística, utilizando o teste t de *student* para amostras emparelhadas, foram comparados os valores médios de amplitude de rotação interna das ancas nos protocolos CCADV e CCFP. Para ambos os membros inferiores e ambos os momentos de avaliação, o p-value foi menor que 0,05, demonstrando que existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores recolhidos em cada protocolo (tabela 3).

Tabela 3 - Comparação dos valores médios de amplitude de rotação interna das ancas entre os protocolos CCADV e CCFP

CCADV - CCFP		p-value
Teste	Dto	0,040*
	Esq	0,000*
Reteste	Dto	0,035*
	Esq	0,000*

CCADV: cadeia cinética aberta em decúbito ventral,
 CCFP: cadeia cinética fechada em pé, Dto: membro inferior direito, Esq: membro inferior esquerdo
 *: $p < 0,05$

5. Discussão

Os resultados do presente estudo indicam que amplitude de rotação interna da anca é diferente quando efetuada na posição de decúbito ventral em cadeia cinética aberta face a ser efetuada na posição de pé em cadeia cinética fechada.

Os valores de amplitude de rotação interna da anca no protocolo CCADV, com valores médios entre $33,64 \pm 7,40^\circ$ e $35,92 \pm 9,04^\circ$, estão de acordo com os valores encontrados na revisão bibliográfica para sujeitos saudáveis e sem patologias (Ellenbecker et al., 2007; Kouyoumdjian et al., 2012; Moreside & McGill, 2011; Roach & Miles, 1991; Simoneau et al., 1998).

Os valores de amplitude de rotação interna das ancas no protocolo CCFP também vão ao encontro dos que foram determinados no estudo de Gulgin e colegas (2010), apesar do género da amostra e o protocolo serem diferentes. Este foi o único estudo encontrado na revisão bibliográfica efetuado em pé, apresentando médias de amplitude de rotação interna de $29,8 \pm 9,1^\circ$ (Dto) e $26,5 \pm 9,8^\circ$ (Esq). No presente estudo essas médias foram de $31,09 \pm 9,19^\circ$ e $28,56 \pm 9,18^\circ$ (Dto) e $23,69 \pm 7,26^\circ$ e $23,61 \pm 6,48^\circ$ (Esq), teste e reteste respetivamente.

Tendo o presente estudo o objetivo de comparar os valores obtidos entre os protocolos CCADV e CCFP, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas em cada membro inferior, quer sejam comparados os valores de teste, quer sejam comparados os valores de reteste (tabela 3). Observando os valores de média para cada protocolo (tabela 1), verificam-se que todos são superiores no protocolo CCADV, face ao respetivo membro e teste no protocolo CCFP.

Destes resultados pode-se concluir que a amplitude de rotação interna da anca é diferente e de maior valor quando é medida em cadeia cinética aberta em decúbito ventral. Esta posição pode minimizar o efeito de alguns fatores limitantes do movimento. Na posição em pé, o grau de tensão dos músculos rotadores externos da anca (antagonistas da rotação interna) é provavelmente maior, pois essa musculatura terá de manter um determinado nível de tonicidade para garantir a estabilização da anca. Por outro lado, a articulação está em carga, com a sustentação do peso corporal, o que pode aumentar a congruência das superfícies articulares e reduzir a amplitude de movimento.

Alguns dos valores de ICC apresentados (tabela 2) são baixos, tirando crédito à fiabilidade dos resultados obtidos em ambos os testes. Apenas o valor do protocolo em CCADV para o membro inferior esquerdo de 0,748 foi considerado bom e o valor do protocolo em CCFP para o membro inferior direito de 0,688 foi considerado médio. Os baixos valores podem ser devidos a vários fatores: a dificuldade na colocação das marcas refletoras nos pontos anatómicos com a mesma precisão entre testes pelo investigador, devido à pouca experiência inicial na identificação de alguns pontos anatómicos e à diversidade morfológica entre sujeitos; possíveis movimentos artefacto da pele; a qualidade de imagem da recolha que por vezes não era a melhor, devido à dificuldade de calibração das câmaras, e, conseqüentemente, a dificuldade na digitalização dos pontos anatómicos; as inevitáveis alterações do *hardware* nas várias recolhas, devido à utilização do material de filmagem para diversos estudos no Laboratório e à conseqüente montagem e calibração de todo o *setup* nos dias de recolha; a possível diferente condição dos sujeitos de amostra nos diferentes dias de recolha, não tendo sido controlada a prática de atividade física que pudesse influenciar a performance nos testes; o horário das recolhas, pois apesar de todas as recolhas terem sido efetuadas da parte da tarde, não foram controladas rigorosamente para a mesma hora nem dia semanal no reteste. Outro fator limitante poderá ser o facto do movimento

de anteversão e retroversão na bacia não ter sido analisado e poder ter influência na amplitude de rotação da anca. No protocolo CCADV foi colocado um cinto a fim de evitar esse tipo de movimentos, mas poderá não ser totalmente fiável. No protocolo CCFP foi apenas instruído aos sujeitos que mantivessem uma posição neutra da bacia. Também ao nível do joelho, em ambos os protocolos não houve um total controlo do grau de flexão dessa articulação, tendo sido apenas instruído aos sujeitos que mantivessem o joelho em flexão a 90° (CCADV) e em total extensão (CCFP). Ainda no protocolo CCFP, a posição do pé do membro inferior avaliado foi desprezada na análise do movimento, tendo sido apenas instruído aos sujeitos que não movessem o pé. Neste trabalho não foi realizada uma análise da variabilidade intra-observador, o que seria pertinente de realizar numa fase prévia às avaliações a fim de poder melhorar os valores de ICC.

Para aplicações na prática, os presentes resultados sugerem que as avaliações de amplitude habitualmente efetuadas em cadeia cinética aberta, particularmente ao nível da amplitude de rotação interna da anca, poderão não corresponder à real amplitude que é efetuada em movimentos desportivos e outras atividades quotidianas, indo de acordo com a tese também defendida por Gulgin e colegas (2010). Assim, sugere-se que futuros estudos nesta área procurem analisar e avaliar a amplitude de movimentos numa perspetiva mais funcional e ecológica, com transferência para a atividade desportiva e quotidiana.

A avaliação em cadeia cinética fechada será uma alternativa que dá resposta a esses requisitos, sendo no entanto necessário encontrar formas de aumentar a reprodutibilidade da avaliação. É sugerido a fixação do *setup* de avaliação, para diminuir a variabilidade na calibração das câmaras; o controlo da atividade física dos sujeitos da amostra como variável de possível influência na performance dos testes; maior experiência prática do avaliador

na colocação das marcas refletoras nos pontos anatómicos para reduzir o possível erro de precisão.

6. Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstram que a amplitude de rotação interna da anca é diferente quando medida em cadeia cinética aberta e em cadeia cinética fechada. Os valores de amplitude são maiores quando este movimento é avaliado na posição de decúbito ventral em cadeia cinética aberta, face à avaliação efetuada em pé, num movimento mais funcional do ponto de vista desportivo, em cadeia cinética fechada.

7. Bibliografia

- Almeida, G. P. L., de Souza, V. L., Sano, S. S., Saccol, M. F., & Cohen, M. (2012). Comparison of hip rotation range of motion in judo athletes with and without history of low back pain. *Manual Therapy, 17*(3), 231-235.
- Alter, M. (1996). *Science of Flexibility* (2^a ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bierma-Zeinstra, S.M. , Bohnen, A.M. , Ramlal, R. , Ridderikhoff, J. , Verhaar, J.A. , & Prins, A. (1998). Comparison between two devices for measuring hip joint motions. *Clinical Rehabilitation, 12*, 497–505.
- Ellenbecker, T. S., Ellenbecker, G. A., Roetert, E. P., Silva, R. T., Keuter, G., & Sperling, F. (2007). Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers. *Am J Sports Med, 35*(8), 1371-1376. doi: 10.1177/0363546507300260
- Ellison, J. B., Rose, S. J., & Sahrmann, S. A. (1990). Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with low back pain. *Phys Ther, 70*(9), 537-541.
- Freitas, S. (2010). *Flexibilidade e Alongamento: Um Modelo Taxonómico* (1^a ed.). Lisboa: Gnosies.
- Gulgin, H., Armstrong, C., & Gribble, P. (2010). Weight-bearing hip rotation range of motion in female golfers. *N Am J Sports Phys Ther, 5*(2), 55-62.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Med, 35*(5), 429-449.
- Karandikar, N., & Vargas, O. O. (2011). Kinetic chains: a review of the concept and its clinical applications. *PM R, 3*(8), 739-745. doi: S1934-1482(11)00114-6 [pii]

10.1016/j.pmrj.2011.02.021

Kouyoumdjian, P., Coulomb, R., Sanchez, T., & Asencio, G. (2012). Clinical evaluation of hip joint rotation range of motion in adults. *Orthop Traumatol Surg Res*. doi: S1877-0568(11)00288-X [pii]

10.1016/j.otsr.2011.08.015

Moreside, J. M., & McGill, S. M. (2011). Quantifying normal 3D hip ROM in healthy young adult males with clinical and laboratory tools: Hip mobility restrictions appear to be plane-specific. *Clinical Biomechanics*, 26(8), 824-829.

Murray, E., Birley, E., Twycross-Lewis, R., & Morrissey, D. (2009). The relationship between hip rotation range of movement and low back pain prevalence in amateur golfers: An observational study. *Physical Therapy in Sport*, 10(4), 131-135.

Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(2), 82-94. doi: 2395 [pii]

10.2519/jospt.2010.3025

Pezarat-Correia, P., Oliveira, R., & Freitas, S. (2012). Análise Funcional da Musculatura Humana. In P. Pezarat-Correia (Ed.), *Aparelho Locomotor, Volume II: Coordenação Neuromuscular e Adaptações à Atividade Física* (pp. 113-131). Lisboa: Edições FMH.

Pezarat Correia, P., & Espanha, M. (2010). *Aparelho Locomotor: Anatomofisiologia dos Sistemas Nervoso, Osteoarticular e Muscular*. Lisboa: Edições FMH.

Roach, K. E., & Miles, T. P. (1991). Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys Ther*, 71(9), 656-665.

Safran, M. R. (2005). Evaluation of the hip: History, physical examination, and imaging. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 13(1), 2-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1053/j.otsm.2004.09.006>

- Simoneau, G. G., Hoenig, K. J., Lepley, J. E., & Papanek, P. E. (1998). Influence of hip position and gender on active hip internal and external rotation. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28(3), 158-164.
- Theriault, G., & Lachance, P. (1998). Golf injuries. An overview. *Sports Med*, 26(1), 43-57.
- Vad, V. B., Bhat, A. L., Basrai, D., Gebeh, A., Aspergren, D. D., & Andrews, J. R. (2004). Low back pain in professional golfers: the role of associated hip and low back range-of-motion deficits. *Am J Sports Med*, 32(2), 494-497.
- Vad, V. B., Gebeh, A., Dines, D., Altchek, D., & Norris, B. (2003). Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *J Sci Med Sport*, 6(1), 71-75.
- Van Dillen, L. R., Bloom, N. J., Gombatto, S. P., & Susco, T. M. (2008). Hip rotation range of motion in people with and without low back pain who participate in rotation-related sports. *Physical Therapy in Sport*, 9(2), 72-81.