

ANÁLISE DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DO OMBRO PELO SISTEMA ÓPTICO

ANALYSIS OF THE MOVEMENT THE ABDUCTION OF THE SHOULDER BY THE OPTIC SYSTEM

Denise Aparecida SÔNEGO¹, Alberto CLIQUET JÚNIOR,^{1,2}

RESUMO: Sistemas ópticos de captura dos movimentos são recursos poderosos de medição para analisar o movimento articular. A proposta deste estudo foi verificar a aplicação do sistema óptico Qualisys na análise do movimento de abdução do ombro, para isso foram comparados indivíduos com amplitude de movimento normal da articulação do ombro, com indivíduos que apresentaram dificuldade na realização e diminuição no movimento articular. Dezesete indivíduos saudáveis foram avaliados. A análise do movimento foi instituída, utilizando o programa “QView” e os dados exportados para o programa “Qtools 2.0” Três câmeras de vídeo com amostragem de 60 Hz foram utilizadas. Marcadores reflexíveis foram colocados em estruturas anatômicas, para a obtenção das coordenadas tridimensionais. Para fins estatísticos, foi utilizado o teste de Mann-Whitney, gráfico de ponto e teste T para uma amostra, demonstrando as diferenças nos movimentos e amplitudes articulares entre ombros patológicos e normais.

PALAVRAS-CHAVE: Ombro. 3D. Movimento de Abdução.

INTRODUÇÃO

A análise funcional dos movimentos constitui um passo essencial na avaliação do paciente com incapacidade muscular, neurológica ou esquelética. KOTTKE (1994) sugere, em seus estudos, que o modo pelo qual uma pessoa funciona na vida diária ou de como ela se move ou manipula o ambiente, fisicamente, pode depender intensamente do grau em que seu corpo é capaz de tolerar a movimentação, passiva ou ativa. BASMAJIAN (1980) cita a importância da compreensão dos movimentos normais e anormais das articulações. Que permite fazer comparações, comunicar os resultados a outros profissionais e até mesmo avaliar se o tratamento proposto foi eficaz.

Atualmente os progressos das técnicas de medição, armazenamento e processamento de dados contribuíram enormemente para a análise do movimento humano. JORDAN, K.; DZIEDZIC, K.; MULLIS, R. (2001) citam a manipulação da imagem como registro em programas computacionais com a possibilidade de se tornarem instrumentos de uso na clínica diária,

oferecendo maiores informações sobre o movimento do corpo humano para diversas áreas, como a Fisioterapia, Engenharia e Medicina Física, entre outros.

Entre os diversos sistemas existentes para registrar o movimento, o sistema óptico, é o mais utilizado para capturar o movimento. São baseados em tecnologias ópticas e geram para o computador informações que representam a medida física do movimento capturado (LUNDBERG, A. 1996; SILVA, F. W, 2004).

RAU, DISSELHORST-KLUG e SCHMIDT (2000) citam em seus estudos a importância desses sistemas, que são usados com frequência para análise da marcha. O mesmo não acontece quanto ao membro superior, em razão da grande variabilidade e complexidade dos movimentos que envolvem vários graus de liberdade articular, dificultando a padronização de movimentos, e constituindo o maior desafio para a aquisição e interpretação de dados na rotina clínica. Sendo necessária a seleção de um movimento determinado e específico na qual se quer investigar.

Com o sistema óptico e utilizando marcadores reflexivos de superfície para obtenção das coordenadas

¹ Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Departamento de Ortopedia e Traumatologia - FCM, Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP) São Paulo, Brasil.

^{1,2} Departamento de Engenharia Elétrica Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, Brasil.

Received: 01/10/05

Accept: 16/01/06

tridimensionais, optou-se por investigar o movimento de abdução do ombro, gerando contribuições para protocolos e tratamentos fisioterapêuticos.

O objetivo deste estudo foi:

Verificar a aplicação do sistema óptico na análise do movimento de abdução do ombro, comparando indivíduos com amplitude de movimento normal, com indivíduos que apresentavam comprometimento do movimento articular.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram avaliados, segundo orientações estatísticas 17 indivíduos. Todos fisioterapeutas voluntários: oito do sexo masculino e nove do sexo feminino (média de idade 22.65 (DP.0.70) anos, (média de altura:1.74 (DP. 0,07) m. (Peso 69.35 (DP.11.34) kg. Todos saudáveis e sem disfunção músculoesquelética, dores ou qualquer comprometimento do movimento articular da abdução do ombro. Foram excluído deste estudo, os indivíduos que apresentaram hiperextensão do cotovelo ou ângulo de carregamento maior que 15°, de acordo com a anamnese inicial.

Foram avaliados quatro indivíduos com patologias do ombro, onde o movimento de abdução estava seriamente comprometido em todos eles. Sendo um indivíduo no pós-operatório de reconstrução ligamentar dos músculos do manguito rotador e três indivíduos com fratura em tuberosidade do úmero, todos eles em distintas fases do tratamento fisioterapêutico.

Foi solicitado ao indivíduo, que realizasse o movimento de abdução do ombro ativamente levantando o braço direito até a altura do próprio ombro, O polegar foi orientado na direção do movimento, com a palma da mão voltada para diante. O indivíduo examinado ficou em pé, posicionando-se sobre uma marca no chão denominada “posição nominal dos pés” para padronização da postura, com as costas voltadas para o examinador e a região examinada desnuda.

Um fisioterapeuta examinador colocou marcadores reflexivos de superfície de pele em seus voluntários nos pontos de referência anatômica pré-determinada, para em seguida ser realizada a captura do movimento pelo sistema óptico. Os movimentos foram repetidos 2 vezes para cada indivíduo, sendo considerado a média do primeiro, segundo, terceiro e quarto (M1,M2,M3,M4) movimentos realizados, os dados foram coletados uma vez por semana no mesmo horário durante 4 semanas.

Comparamos o sistema óptico no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimentos (M1, M2, M3, M4) de indivíduos normais, com (M1, M2, M3, M4) de indivíduos com patologias do ombro. Foram utilizados quatro marcadores de pele reflexivos de 13 mm de diâmetro, (Figura 1) fixados com fita dupla face em: Superfície anterior do acrômio (direito e esquerdo), face lateral da interlinha articular do cotovelo direito, espinha ilíaca ântero – superior direita. O ângulo de abdução do ombro foi definido como resultado da intersecção de duas retas e quantificada utilizando as coordenadas tridimensionais (3D) dos marcadores.

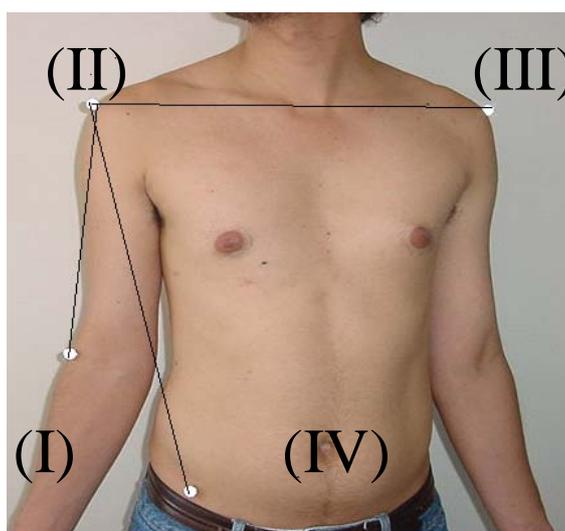


Figura 1. Marcadores reflexivos colocados em regiões anatômicas do acrômio direito (II) e esquerdo (III). Face lateral da interlinha articular do cotovelo D (I) e espinha ilíaca ântero- superior direita (IV).

Calibração do sistema

O marcador no vértice da estrutura em “L”, (Figura 2), que contém os 4 marcadores estáticos, representa a origem do sistema de coordenadas global :



Figura 2. Estrutura em “L”, representando o sistema de coordenadas utilizadas neste estudo e o bastão em “T”, chamado de corpo de prova, usado para a calibração do volume.

O eixo **Z** é perpendicular ao plano transversal com variação positiva no sentido distal-proximal. O segmento Y da estrutura em “L” com 2 marcadores possui 200 mm de distância entre eles, o segmento X possui 3 marcadores, da origem até o final do segmento tem distância de 300 mm. O marcador intermediário 90 mm da origem do segmento até o centro da esfera.

Para realizar a calibração a estrutura em “L” foi colocada sobre uma mesa de 0,60 m de altura, justamente para cobrir o volume a partir da altura do marcador do quadril nos indivíduos analisados. Os dois marcadores do corpo de prova usados para varrer o volume de

calibração são fixos na extremidade do bastão com 310 mm de distância entre eles. Na calibração foi utilizado a coleta das posições bidimensionais dos 4 marcadores estáticos do segmento em “L”, e do par de marcadores em movimento, varrendo o volume da calibração (Quadro 1). A acurácia foi de 0,6 mm, representando a exatidão do sistema dado pela distância entre os marcadores do corpo de prova, movendo-se dentro do volume de calibração (RICHARDS, 1999).

Para representar o volume a ser calibrado, foi destinado para a execução do movimento: 800 mm em direção ao movimento (+) e 800 mm contrário ao movimento (-), representado no Quadro 1.

Quadro 1. Representação do volume de calibração.

Limite	X	Y	Z
1	-800	-600	-800
2	800	800	900

Configuração das câmeras para calibração e captura

Três câmeras de vídeo realizaram a captura do movimento (Figura 3). As câmeras Pro Reflex MCU do

sistema Qualisys contém emissores luminosos (*leds-light emitting diodes*) que iluminam com seus *leds* emissores de luz na faixa do infravermelho os marcadores reflexivos. Durante a captura pulsos de luz

são emitidos das câmeras iluminando os marcadores reflexivos colocados sobre a pele do indivíduo, sendo que cada câmera capta uma imagem e define por sua vez as coordenadas bidimensionais relativas àquela câmera, enviando-as a seguir ao computador. Uma vez coletado o movimento bidimensional (2D) de todas as câmeras faz-se necessário processar os dados obtidos no processo de calibração para que o *software Qtrac*

possa calcular as coordenadas tridimensionais (3D) de cada marcador.

O cálculo das coordenadas tridimensionais requer parâmetros externos de câmeras como localização e orientação, que são obtidos através do processo de calibração. As câmeras de vídeo foram posicionadas nos tripés e direcionadas de modo a cobrir o volume de calibração.

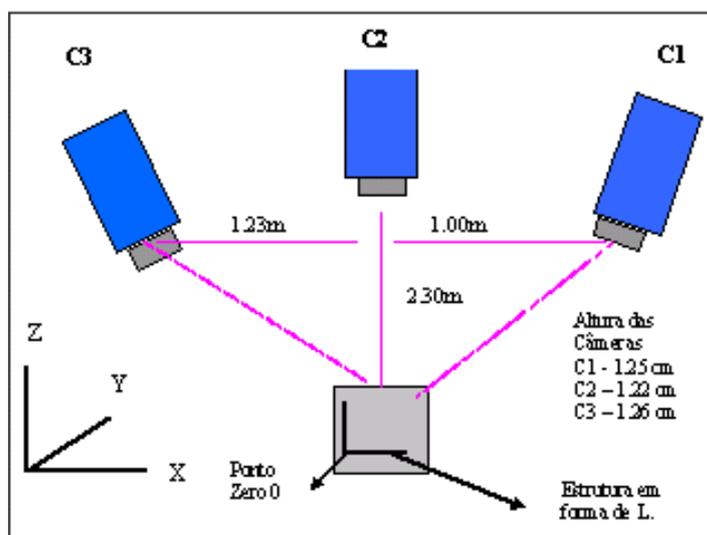


Figura 3. Disposição das câmeras e a distância entre elas, seguindo a orientação do sistema de referência. (X, Y, Z). A estrutura em L foi colocada sobre uma mesa de 0,60 cm de altura

Este estudo considerou os valores máximos da trajetória dos marcadores, no movimento de abdução do ombro, sendo considerado a adução a posição neutra (0°), e o pico do ângulo máximo, a abdução.

Os dados foram coletados utilizando-se o *software Qtrac* versão 2.53, que permite selecionar parâmetros da aquisição tais como: tempo de aquisição e frequência de amostragem, bem como visualizar e salvar os dados. A frequência de amostragem foi de 60 Hz, e o tempo de aquisição de 16 segundos. Os dados obtidos neste *software* foram exportados para análise no *software Qtools*, possibilitando a criação dos gráficos representativos da trajetória dos marcadores.

RESULTADOS

A Figura 4 representa a trajetória dos marcadores no *software "Qtools"*, e descreve o movimento de abdução em indivíduo o pós-operatório de onze semanas de reconstrução ligamentar dos músculos do manguito rotador, em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito.

Para comparar o ombro patológico com o ombro normal (Tabela 4), foi utilizado teste T para uma amostra, que compara a média do grupo de indivíduos normais com o valor da medida do paciente. (AGRESTI ; FINLAY, 1986; FONSECA ; MARTINS,1994).

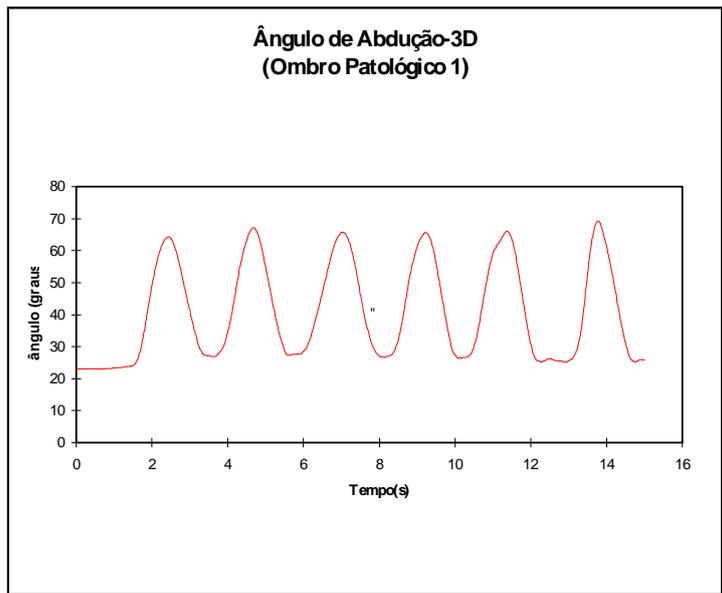


Figura 4. Ombro patológico 1, expressa o movimento de abdução do ombro direito.

Tabela 4. Representação dos resultados estatísticos do ombro patológico I e indivíduos normais, considerando $p < 0,05$. Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1, M2, M3, M4)

M - 1						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	64.3		64.3	64.3	64.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,902)						
M - 2						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	66.1		66.1	66.1	66.1
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 22.054)						
M - 3						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	65.1		65.1	65.1	65.1
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 24.474)						
M - 4						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	64.0		64.0	64.0	64.0
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 24.836)						

Indivíduo com fratura da tuberosidade do úmero direito há 13 semanas (Figura 5). Em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito,

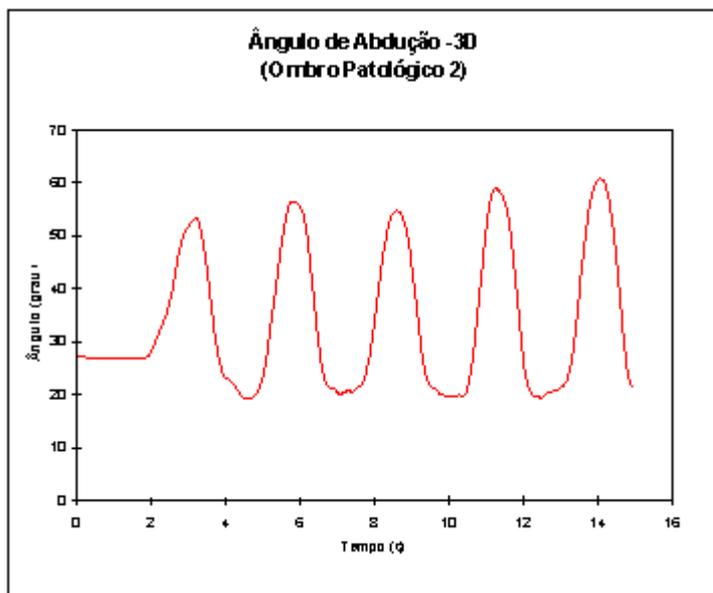


Figura 5. Ombro patológico 2, expressa o movimento de abdução do ombro direito

Representação dos resultados estatísticos do indivíduo do ombro patológico 2, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5. Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4).

M - 1						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	53.2		53.2	53.2	53.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 30.804)						
M - 2						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	56.4		56.4	56.4	56.4
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 30.395)						
M - 3						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	54.8		54.8	54.8	54.8
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 33.784)						
M - 4						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	58.3		58.3	58.3	58.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 29.842)						

Indivíduo com fratura da tuberosidade do úmero direito há 16 semanas, (Figura 6). Em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito,

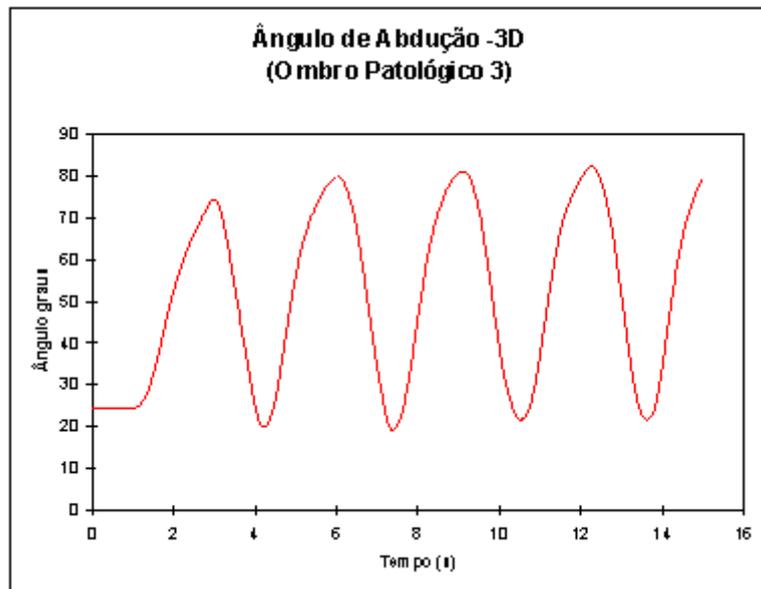


Figura 6. Ombro patológico 3, expressa o movimento de abdução do ombro direito.

Representação dos resultados estatísticos do indivíduo do ombro patológico 3, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 6.

Tabela 6. Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4)

M - 1						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	72.7		72.7	72.7	72.7
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 15.166)						
M - 2						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	79.5		79.5	79.5	79.5
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 10.530)						
M - 3						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	80.2		80.2	80.2	80.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 10.825)						
M - 4						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	81.3		81.3	81.3	81.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 9.642)						

Indivíduo com fratura em tuberosidade de úmero direito há 10 semanas, (Figura 7).

Em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito,

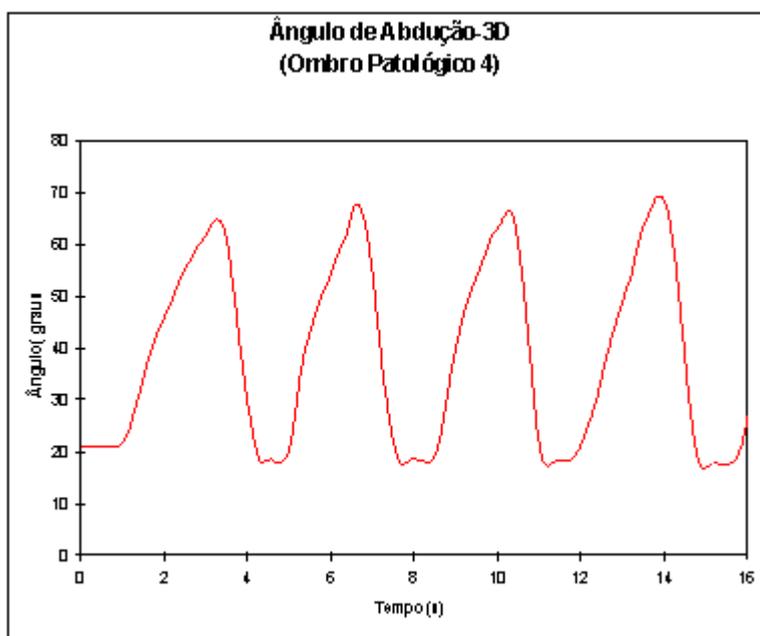


Figura 7. Ombro patológico 4, expressa o movimento de abdução do ombro direito

Representação dos resultados estatísticos do indivíduo do ombro patológico 4, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 7.

Tabela 7. Os valores expressam a abdução máxima do ombro no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4)

M - 1						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	64.7		64.7	64.7	64.7
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,581)						
M - 2						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	66.2		66.2	66.2	66.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,968)						
M - 3						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	65.9		65.9	65.9	65.9
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 23.751)						
M - 4						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	68.3		68.3	68.3	68.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21.059)						

A Figura 8 representa o movimento patológico do ombro. tridimensional de abdução em indivíduo normal, sem

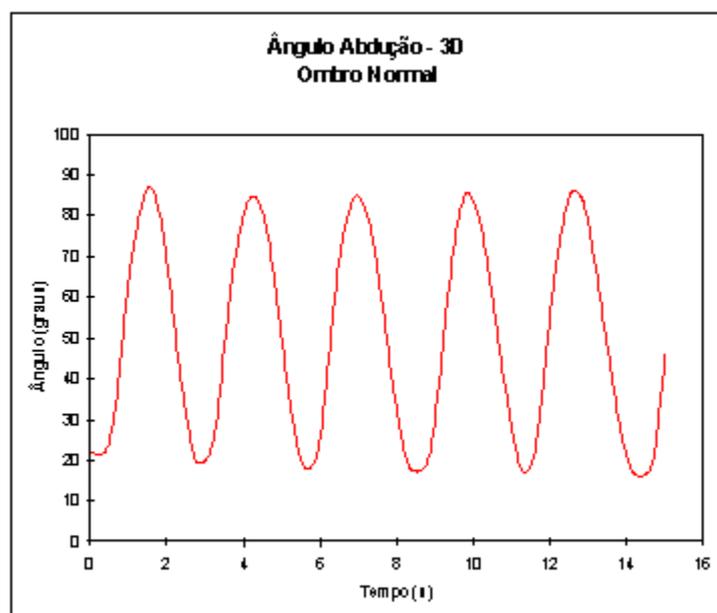


Figura 8. Ombro normal expressa o movimento de abdução do ombro direito.

Para comparar os quatro casos patológicos com os indivíduos normais, na Tabela 8 foi utilizado o teste de Mann-Whitney, segundo o modelo proposto por Everitt,

(1995). Este teste baseia-se no valor da mediana, significando que há diferença entre o grupo de indivíduos normais e o grupo de indivíduos com patologias do ombro.

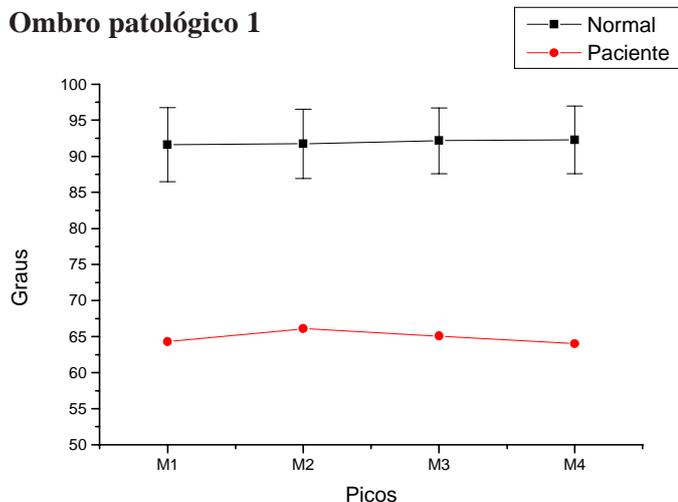
Tabela 8. Representação dos resultados estatísticos, quatro indivíduos de ombros patológicos e indivíduos normais, considerando $p < 0,05$. Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1, M2, M3, M4).

M - 1						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	4	63.73	8.01	53.2	64.5	72.7
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
M - 2						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	4	67.05	9.49	56.4	66.15	79.5
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
M - 3						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	4	66.5	10.44	54.8	65.5	80.2
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
M - 4						
Grupo	N	Média	D.P.	Mínimo	Mediana	Máximo
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	4	68.0	9.8	58.3	66.2	81.3
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						

Para comparar ombro patológico com os indivíduos normais, foi utilizado o gráfico de ponto

para uma amostra, gerenciados pelo software Microcal Origin 5.0

Ombro patológico 1



Ombro patológico 2

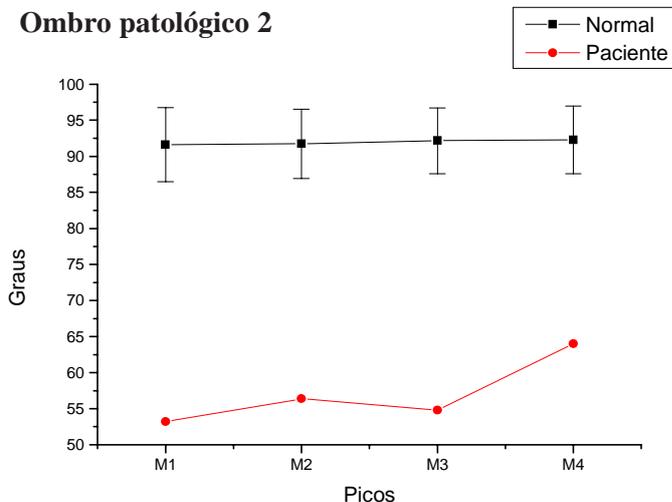
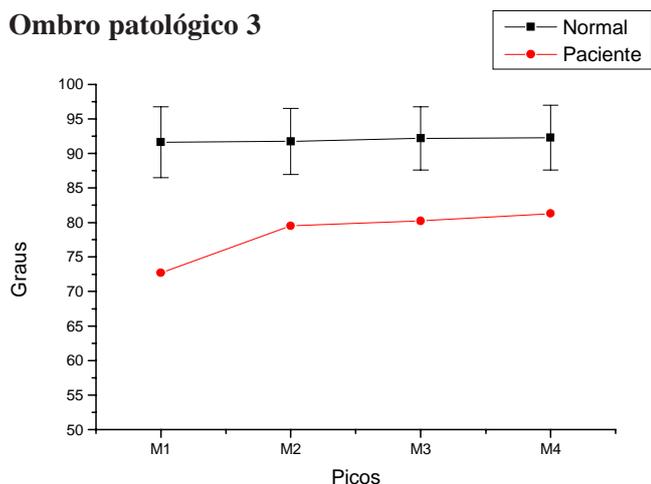


Gráfico 1. Gráficos mostrando os graus máximos do movimento de abdução do ombro normal e patológico (1 e 2). M1,M2,M3,M4 representam o primeiro,segundo, terceiro e quarto movimento do sistema óptico. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais

Ombro patológico 3



Ombro patológico 4

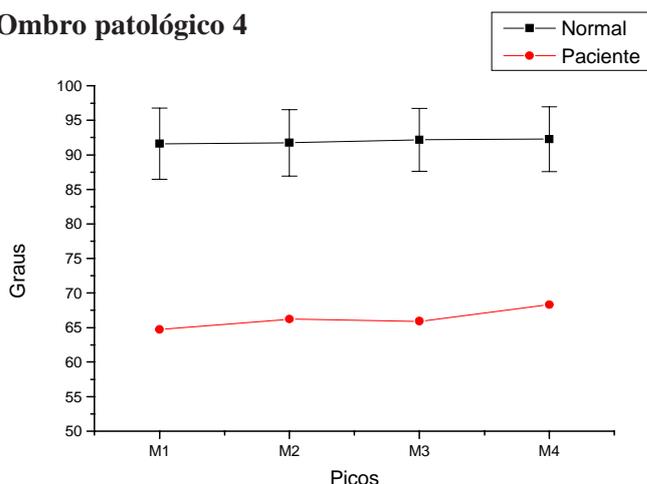


Gráfico 2. Gráficos mostrando os graus máximos do movimento de abdução do ombro normal e patológico (3 e 4). M1,M2,M3,M4 representam o primeiro , segundo, terceiro e quarto movimento do sistema óptico. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema óptico é um instrumento poderoso para analisar o movimento. Baseado nesta afirmação surgiu a proposta deste estudo. Utilizar este instrumento para verificar o movimento de abdução do ombro, analisando inicialmente indivíduos com movimentação normal da articulação, para caracterizar o movimento e definir a padronização da metodologia utilizada.

Os indivíduos que apresentavam diminuição e grande dificuldade para realizar o movimento articular foram avaliados visando determinar os graus da amplitude articular e a qualidade do movimento, independente do diagnóstico clínico.

O movimento de abdução do ombro patológico 1, representado na Figura 5 dado por ângulo (graus) e tempo (segundos), mostrou uma diminuição da amplitude do movimento articular, não ultrapassando 70° quando

comparado com o gráfico do ombro normal, representado na Figura 8.

No comportamento do ombro normal, durante a análise do movimento de abdução, os movimentos foram executados de maneira uniforme, com repetição constante, sem intervalo de repouso entre os movimentos e com maior amplitude de movimento de abdução na articulação do ombro.

O movimento executado no final da abdução, principalmente nos pacientes com ombros patológicos 1,2 e 4, sugere dificuldade na sustentação do membro afetado, provavelmente com pouca força muscular, principalmente no músculo supra-espinhoso (HOPPENFELD,1980) com maior intervalo de repouso entre os movimentos no início da abdução do ombro.

O ombro patológico 3 apresentou comportamento semelhante ao dos indivíduos normais como observamos na Figura 8; com movimento homogêneos, sem períodos de repouso prolongado entre eles, com aumento na amplitude de abdução e maior força muscular fato este justificado por encontrar-se em fase mais acelerada do tratamento fisioterapêutico.

O ombro patológico 4 apresentou diferenças principalmente no segundo movimento, quando alcança a amplitude máxima, não ultrapassando 70° de abdução, não conseguindo manter o braço (em abdução), realizando uma “queda” brusca no membro afetado, aumentando o intervalo de repouso entre os movimentos

Um desafio em usar essas novas tecnologias na prática ortopédica de acordo com CLIQUET JÚNIOR et al. (2004) é interpretar os gráficos e avaliá-los, no sentido clínico e anatômico. Maiores estudos deverão ser realizados para estabelecer gráficos de padrões normais e padrões patológicos de movimento para inúmeras doenças que afetam o sistema músculoesquelético.

CONCLUSÃO

Na avaliação pelo sistema óptico o movimento é dinâmico, inclui a combinação de ângulo, velocidade, deslocamento e aceleração, todos expressos por gráficos, permitindo mensurar os movimentos secundários ou compensatórios das articulações do corpo humano.

Outros instrumentos utilizados na rotina clínica para avaliar a amplitude do movimento articular, como o goniômetro universal, é de fácil manuseio, muito baixo custo e pode-se carregar na bolsa, tal a facilidade, porém este instrumento não oferece informações sobre a complexidade do movimento como o sistema óptico. Em relação a este sistema é necessário um espaço físico apropriado, maior tempo para realizar as avaliações, necessita ser ajustado, calibrado e conectado a um computador, bem como melhor cooperação do paciente, além de que, as medidas dos movimentos analisados poderão ser armazenadas em arquivos, facilitando o acesso às informações, conseqüentemente todos estes fatores acarretam um custo mais elevado deste sistema.

O sistema óptico utilizado para captura do movimento poderá ser um recurso importante, quando utilizado em conjunto com avaliações clínicas, para futuras informações sobre diagnósticos e alterações do movimento.

Estabelecer protocolos para outros movimentos de membros superiores, interpretar os gráficos, validar medidas e confiabilidade são sugestões para futuras pesquisas.

AGRADECIMENTOS

A FAPESP (#96F12198-2) pelos recursos fornecidos.

ABSTRACT: Optical systems of motion capture are powerful resources of measurement to analyse the articular movement. The purpose of this study was to verify the application of the Qualiys's optical system towards comparing pathological individuals with amplitude of normal movement of the shoulder joint, with individuals who had reduction in the movement to articulate. Seventeen healthy individuals were evaluated. The movement analysis was done using "Qviews" software, the data exported to "Qtools 2.0" software. Three video cameras at 60 Hz sampling frequency were used. Reflexive marks were placed in anatomical structures, to obtain the three-dimensional coordinates Mann-Whitney test was used to verify the application of the Qualiys's optical system, demonstrating the differences in the movement and joint amplitudes both in pathological and normal shoulders.

KEYWORDS: Shoulder. 3D. Abduction movement.

REFERÊNCIAS

AGRESTI, A.; FINLAY, B. **Statistical methods for the social sciences**. 2 ed. San Francisco: Dellen, 1986.

BASMAJIAN, J. V. **Terapêutica por exercício**. 3 ed. São Paulo: Manole, 1980.

CLIQUET JÚNIOR, A.; FRANCA, J. M. E.; SÔNEGO, D. A.; GRANA, T.; LEITE, F. I L; PAOLILLO, A. R. et al. Avanços tecnológicos na prática ortopédica: Análise de membros superiores e inferiores. **Acta Ortopédica Bras**, 12: (1) :57-61, 2004.

EVERITTI, B. S. **The Cambridge statistical in the medical sciences**. Cambridge: University, 1995.

FONSECA, J. S; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

HOPPENFELD, S. **Propedêutica ortopédica coluna e extremidades**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1980.

JORDAN, K.; DZIEDZIC, K.; MULLIS, R. The development of three- dimensiona range of motion measurement systems for clinical practice. **Rheumatology**. London, 40: 1081-84, 2001.

KOTTKE F. P. **Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen**, São Paulo: Manole, 1994.

LUNDBERG, A. On the use of skin markers in Kinematics Research. **Human movement science**, 15:411-22, 1996.

RAU G, DISSELHORST-KLUG C.; SCHMIDT, R. Movement biomechanical goes upwards; from the leg to the arm, **Journal of biomechanics**, 33:1207-16, 2000.

RICHARDS. J. G. The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems. **Human movement science**, Delaware:University 18: 589-602, 1999.

SILVA, F. W. Motion Capture-Introdução à Tecnologia. Laboratório de Computação Gráfica - LCG.COPPE/UFRJ – Engenharia de Sistemas e Computação. Disponível em: <http://www.visgraf.br/mcapture/publ/mc-tec>. Acesso em: 24 mar.2000.