GERSON EDUARDO ROCHA CAMPOS

ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS TRAPÉZIO E DELTÓIDE EM MOVIMENTOS LIVRES DO OMBRO E BRAÇO

Orientador: Prof. Dr. MATHIAS VITTI
Co-orientador: Prof. Dr. VALDEMAR DE FREITAS

Tese apresentada ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do grau de mestre em Anatomia.

PIRACICABA - 1987

À

ROSE, MARIANA e RAQUEL

Ao

Prof. Dr. **Mathias Vitti**, Professor Titular do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela orientação segura, apoio, amizade e elevado sentido de responsabilidade científica que procurou transmitir.

Ao

Prof. Dr. **Valdemar de Freitas**, Professor Titular do Departamento de Morfologia do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - IBBMA - de Botucatu - UNESP, agradeço pela sugestão do tema, orientação segura e determinada, amizade e, principalmente, pelo crédito de confiança depositado no início dos trabalhos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão de bolsa durante a realização deste trabalho.

À Prof.ª Dr.ª Edy de Lello Montenegro, Professora Titular do Departamento de Morfologia do I.B.B.M.A. da UNESP de Botucatu, pelo incentivo e apoio.

À Prof.ª Dr.ª Marilena Longo Bull, Professora Assistente Doutora do Departamento de Morfologia do I.B.B.M.A. da UNESP de Botucatu, por ter me colocado à disposição seu arquivo bibliográfico.

Ao Departamento de Morfologia do I.B.B.M.A. da UNESP de Botucatu, por ter cedido o Laboratório de Anatomia para os estudos prévios necessários.

Aos voluntários, que se dispuseram com o mais puro sentido científico na realização das análises eletromiográficas.

À Sr.ª Maria Aparecida Nalin, Secretária do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pelos serviços prestados.

Ao Sr. Adário Cangiani, Fotógrafo da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pelos serviços fotográficos.

À Prof.ª Waded Antonio, Professora do Colégio Luiz de Queiroz, pela revisão da redação.

À Sr.ª Sonia Maria Aparecida Simionato Victória Fávero, pelos serviços datilográficos.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo apoio e enriquecedora convivência dos dois últimos anos.

ÍNDICE

página

INTRODUÇÃO 1

MATERIAL E MÉTODO 9

RESULTADOS 13

DISCUSSÃO 33

CONCLUSÕES 65

RESUMO 67

SUMMARY 69

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71

INTRODUÇÃO

"Em nenhum lugar do corpo humano a cooperação anatômica é melhor ilustrada que nos movimentos do braço no tronco. O braço se move através de uma ampla gama de movimentos. Em cada um destes a escápula contribui, colocando a cavidade glenóide na mais favorável posição para a cabeça do úmero. Por exemplo, quando o braço é abduzido, a escápula roda para cima; quando o braço é flexionado, a escápula não somente roda para cima, mas também tende a se mover para frente, deslizando em torno da caixa torácica" (WELLS, 1971).

Envolvidos na dinâmica do ombro estão alguns ossos, articulações e vários grupos musculares. O conhecimento funcional destes grupos musculares evoluiu desde os estudos anatômicos, anátomo-funcionais, eletrofisiológicos e eletromiográficos.

Com o surgimento da eletromiografia e os constantes e crescentes aperfeiçoamentos técnicos introduzidos nes

ta metodologia, várias e importantes investigações cinesiológicas se ocuparam do movimento humano.

Particularmente sobre os estudos utilizando esta última metodologia e a região do ombro, as investigações de INMAN *et alii* (1944) e posteriormente de YAMSHON & BIERMAN (1948), WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952), JONES *et alii* (1953), BEARN (1961), BALLESTEROS *et alii* (1965), LU (1965), THOM (1965) e SUGAHARA (1974), trouxeram contribuições importantes e fundamentais sobre as funções desempenhadas pelos músculos envolvidos neste complexo mecanismo. Mais recentemente, autores brasileiros (FREITAS, 1979 e 1985; BÜLL, 1982 e GUAZZELLI FILHO, 1986) também analisaram músculos do ombro, sendo que novos e esclarecedores dados foram acrescentados aos conhecimentos já existentes.

Estudos anátomo-comparativos do músculo trapézio indicam que o mesmo apresenta uma evidente divisão anatômica em porções superior (par descendente), média ou transversa (par transversa) e inferior (par ascendente), as quais, segundo INMAN *et alii* (1944), apresentam reflexos diretos em sua atividade funcional. Assim, a porção superior do trapézio, elevador da escápula e digitações superiores do serrátil anterior constituem-se numa unidade, a qual realiza três funções básicas: a) age no suporte ativo do ombro; b) participa da elevação ativa do ombro; c) constitui-se no componente superior do par de forças necessário para a rotação escapular.

Em contrapartida, a porção inferior do trapézio e digitações inferiores do serrátil anterior constituem-se no componente inferior do par de forças que age na rotação

escapular e, complementarmente, na elevação do membro superior. Finalmente, a porção média do músculo trapézio e o romb6ide atuam na retração dos ombros e na fixação da escápula durante a abdução do braço.

De acordo com os estudos de THOM (1965) não existe praticamente nenhum movimento ao nível da articulação do ombro (escápulo-umeral) no qual o músculo trapézio não participe ativamente pelo menos com uma ou duas das suas três porções. A rigor, segundo este autor, as três porções deste músculo sempre participam de um movimento, com a ressalva de que em apenas casos muito raros estas são ativas com igual intensidade. Normalmente, uma ou duas porções do músculo trapézio apresentam maior atividade num determinado movimento do que as partes restantes.

No homem em posição ereta, a abdução do braço é auxiliada, particularmente, pelas porções superior e média do músculo trapézio, sendo que a inferior tem pequena participação (INMAN *et alii*, 1944; THOM, 1965). Em discordância com estes autores, YAMSHON & BIERMAN (1948), WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e BASMAJIAN (1978 e 1980) registraram atividade especialmente dos 2/3 inferiores deste músculo, sendo que a atividade das várias porções aumentava no sentido crânio-caudal. Salientam que as fibras deste músculo tornam-se mais ativas na fase mais posterior da abdução, atingindo atividade máxima no final da excursão do membro.

Na adução do membro superior participa, especialmente, a porção inferior do trapézio; as porções superior e média apresentam baixo grau de atividade (THOM, 1965).

Intensa atividade do músculo trapézio ocorre na rotação lateral do braço, sendo que esta cresce progressivamente com o aumento da rotação (THOM, 1965). Neste movimento, a porção média ou transversa parece ser a mais ativa, um pouco menos intensa a porção inferior e essencialmente mais fraca a porção superior. No movimento de rotação medial, porém, a atividade da porção inferior assume o primeiro plano, enquanto que os dois terços restantes do músculo pouco atuam.

LU (1965), analisando os mesmos movimentos, relata que registrou potenciais de ação apenas nas porções média e inferior na rotação lateral, permanecendo ambas inativas na rotação medial.

Em desacordo com estes autores, SUGAHARA (1974) não observou atividade mioelétrica do músculo trapézio nas rotações lateral e medial do braço.

Nos movimentos de circundução e oscilação pendular do braço, as porções superior e média do músculo trapézio apresentam atividade elétrica de maior ou menor intensidade, de acordo com as fases da circundução (elevação e abaixamento) e oscilação pendular (flexão e extensão) (FREITAS, 1979 e BÜLL, 1982).

Na elevação dos ombros participam as três porções do músculo trapézio (WIEDENBAUER & MORTENSEN, 1952; TOURNAY & PAILLARD, 1952), entretanto, a porção superior é aquela que apresenta maior grau de atividade (BÜLL, 1982).

No movimento de retração dos ombros participam ativamente as porções média (THOM, 1965; FREITAS, 1979) e inferior (THOM, 1965). De acordo com THOM (1965) e BÜLL (1982)

a porção superior não apresenta atividade significativa neste movimento.

Por outro lado, na protração dos ombros participam, segundo THOM (1965), principalmente as porções superior e inferior do músculo trapézio, provavelmente em decorrência de um leve levantamento instintivo dos ombros. Sobre este movimento, BÜLL (1982) registrou inatividade da porção superior do trapézio na maioria dos casos. Apenas em um indivíduo registrou atividade fraca deste músculo. A autora destaca que durante os seus experimentos muitos voluntários apresentaram tendência em elevar os ombros durante a protração, o que implicava no registro de potenciais de ação. Orientados para que assim não procedessem, isto é, procurassem realizar a protração sem elevação dos ombros, dificilmente se constatava atividade muscular.

Sobre a participação do músculo trapézio em movimentos da cabeça e tronco (flexão, extensão, rotação e inclinação), os experimentos eletromiográficos de YAMSHON & BIERMAN (1948), WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952), THOM (1965), FREITAS (1979) e BÜLL (1982) mostram que o mesmo é inativo ou apresenta atividade que pode ser considerada desprezível.

Embora estes estudos apresentem contribuições importantes sobre a cinética do músculo trapézio, alguns destes experimentos fornecem informações contraditórias sobre sua participação em alguns movimentos. Entre estas, destaca-se o desacordo existente entre os registros obtidos por INMAN *et alii* (1944), THOM (1965), YAMSHON & BIERMAN (1948), WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e BASMAJIAN (1978 e 1980), principal

mente no que se refere à abdução e adução. Enquanto estes últimos autores registraram atividade aumentada dos terços inferiores do músculo trapézio durante a abdução do braço, INMAN *et alii* (1944) e THOM (1965), encontraram atividade aumentada dos terços médio e superior deste músculo.

Do mesmo modo, THOM (1965) registrou atividade mais intensa das porções média e inferior do músculo trapézio durante a adução do braço.

Com referência ao músculo deltóide, os estudos eletrofisiológicos de DUCHENNE (1867) apresentaram dados interessantes. Quando suas porções anterior e média eram estimuladas isoladamente, o braço era elevado até 90°, e se fosse a porção posterior, a elevação se dava até 45°. Se o braço estivesse elevado a 180°, na vertical, e o deltóide posterior fosse estimulado, este era aduzido até 45°. Surgiram destas duas observações, as hipóteses de que na abdução deveria haver a cooperação de outros músculos para que o braço ultrapassasse os 90° de elevação e a de que a porção posterior seria adutora, mesmo durante a abdução.

COMTET & AUFFRAY (1970), retomando estas idéias antigas e estudando a porção posterior do deltóide através da eletromiografia, afirmaram que certas fibras desta parte do músculo podem ser antagonistas durante o movimento de abdução.

Outros pesquisadores também analisaram o deltóide pela eletromiografia. YAMSHON & BIERMAN (1949), WERTHEIMER & FERRAZ (1958), SCHEVING & PAULY (1959) e SHEVLIN *et alii* (1969) demonstraram que o músculo deltóide está sempre ativo em praticamente todos os movimentos do braço.

Assim, a porção anterior do deltóide age principalmente na flexão. Com menor intensidade participa também da abdução do braço. Apresenta mínima ou nenhuma atividade na rotação medial. A porção média, por outro lado, age fortemente na abdução do braço e participa suavemente na flexão e extensão. A posterior é ativa principalmente na extensão, apresenta ação inconstante na abdução, é, praticamente, inativa na rotação lateral.

Ainda sobre a atividade diferencial das várias porções do deltóide, YAMSHON & BIERMAN (1949) concluíram pela ação rotadora das porções anterior e posterior, contestados por WERTHEIMER & FERRAZ (1958).

Entretanto, SCHEVING & PAULY (1959) sugeriram outra função para o músculo deltóide. Em todo movimento, uma das porções atuaria como motor principal enquanto as outras estabilizariam a articulação escápulo-umeral. Esta função estabilizadora é, entretanto, refutada pelos estudos de BASMAJIAN & BAZANT (1959). Para estes pesquisadores, apenas as fibras da porção posterior em pequena escala e o músculo supra-espinhal teriam esta função.

OKAMOTO (1968), também preocupado com a participação inconstante da porção posterior do deltóide na flexão do braço, realizou interessante observação eletromiográfica, concluindo que sua participação ou não dependia da resistência imposta por um desvio medial ou lateral do braço durante o seu transcurso na elevação.

Levando-se em consideração o exposto e tendo em vista a correspondência anatômica existente entre as inser

ções musculares das várias porções do trapézio e do deltóide na cintura escapular, no presente estudo propusemos analisar eletromiograficamente os referidos músculos, em uma série de movimentos do ombro e braço. Com este propósito, procuramos : 1) estudar a simultaneidade de ações das diversas porções destes músculos nos diferentes movimentos propostos; 2) confirmar e ampliar os conhecimentos sobre as funções desempenhadas pelos mesmos e 3) estabelecer parâmetros normais de atividade eletromiográfica.

MATERIAL E MÉTODO

Os músculos trapézio (porção superior - TS, média - TM e inferior - TI) e deltóide (porção anterior - DA, média - DM e posterior - DP) foram analisados em 16 voluntários adultos, jovens, do sexo masculino, magros e sem antecedentes de moléstias musculares ou articulares.

As análises funcionais dos músculos foram realizadas através de um eletromiógrafo marca TECA*, modelo TE-4 de dois canais, equipado com alto-falante e tela osciloscópica, ambos com ação sincrônica, para a documentação dos registros obtidos dos potenciais musculares.

Utilizou-se 2 eletrodos de agulha coaxiais simples, os quais foram introduzidos nos referidos músculos e nos seguintes pontos:

---

* Doado pela FAPESP (Proc. med. 70/511) e CNPq (Proc. nº 3834/70) ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

1. **Músculo trapézio**

   1.1. Porção superior - ao nível do ponto médio da sua borda superior.

   1.2. Porção média - no ponto médio de uma linha imaginária traçada do acrômio até a extremidade do processo espinhoso da 7ª. vértebra.

   1.3. Porção inferior - ao nível da 6ª. vértebra torácica próxima da sua borda lateral.

2. **Músculo deltóide**

   2.1. Porção anterior, média e posterior, no ponto mais saliente do músculo em contração.

Os eletrodos foram previamente esterilizados em solução alcoólica e inseridos perpendicularmente ao músculo. Processada a assepsia com álcool 70° no voluntário, procedia-se à inserção dos eletrodos, os quais eram fixados com fita adesiva*. Esta fixação tinha a finalidade de impedir seus deslocamentos durante a movimentação, evitando assim possíveis interferências nas análises.

Foi feita a conexão dos eletrodos com os pré-amplificadores do eletromiógrafo, utilizando-se o canal superior para o músculo trapézio (TS, TM e TI) e o inferior para o deltóide (DA, DM e DP).

Cada voluntário foi devidamente terrado com placa de metal, untada em gel eletrocondutor e fixada no pulso esquerdo por meio de uma cinta de retenção.

---

* SCOTT, 3M do Brasil Ltda.

Todas as análises eletromiográficas foram realizadas no interior de uma gaiola eletrostática (gaiola de Faraday) que desvia toda interferência externa para a terra.

Os voluntários foram analisados na posição ortostática, com os membros superiores pendendo livremente e as mãos na posição natural (semi-pronação). Particularmente os movimentos de rotação lateral e medial foram executados com o antebraço flexionado em 90° e a mão mantida naturalmente. Observou-se o silêncio elétrico para se ter certeza de que os músculos não apresentavam atividade. Com esta preocupação cuidou-se de evitar falsas interpretações de resultados e surpreender ocorrências eventuais de variações imprevisíveis.

Observou-se a seguir os seguintes movimentos livres:

- **Movimentos dos ombros**: elevação, abaixamento, retração e protração;
- **Movimentos do braço**: abdução a 180° (plano da escápula), adução (plano da escápula), flexão a 180°, extensão, hiperextensão, circundução, oscilação pendular, rotação lateral e medial com o antebraço flexionado a 90°. Estes movimentos foram definidos de acordo com WELLS (1971) e RASCH & BURKE (1977).

Referido elenco de movimentos foi examinado para cada par de músculos, obedecendo-se à seguinte ordem de correspondência anatômica: TS-DA; TM-DM e TI-DP.

Todos os movimentos executados foram previamente praticados pelo voluntário, imitando o experimentador. Pa

ra assegurar-se a constância dos achados, cada movimento foi repetido no mínimo 3 vezes.

A documentação fotográfica dos registros eletromiográficos foi feita em sala escura, com câmara* de objetiva**, carregada com filmes KODAK***.

A calibração de amplitude dos potenciais elétricos foi feita em 500 microvolts por divisão (μV/div.), com velocidade de deslocamento do feixe de 370 milissegundos por divisão (ms/div.); nos casos de superposição dos traçados eletromiográficos a amplitude foi diminuída para 1.000 μV/div.

Os registros eletromiográficos foram analisados de acordo com o método proposto por BASMAJIAN (1978), atribuindo-se os seguintes graus de intensidade: inatividade (-), atividade fraca (+), moderada (2+), forte (3+) e muito forte (4+). Nesse estudo não foi utilizada a classificação de atividade negligenciada (±) do referido método.

---

* EXA Thage Dresden

** ISCO - Gottingen Isconar 1=2,8/50 mm

*** TRI-X PAN (400 ISO-24°)

RESULTADOS

Relacionamos a seguir os resultados obtidos das análises eletromiográficas conjugadas dos músculos trapézio (TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) nos movimentos livres do ombro: elevação, abaixamento, retração e protração; e do braço: abdução, adução, flexão, extensão, hiperextensão, circundução, oscilação pendular, rotação lateral e medial com o antebraço flexionado a 90°.

Movimentos dos Ombros

ELEVAÇÃO

Registrou-se no TS um aumento gradual de atividade do início para o final do movimento em todos os voluntários. Na maioria dos casos a atividade variou de forte a muito forte e em apenas um a atividade foi moderada. Notou-se em

alguns voluntários que a atividade eletromiográfica iniciou suavemente e em outros de forma abrupta. No final do movimento observou-se diminuição de intensidade dos potenciais de ação em vários casos. O TM agiu em 8 casos com predominância de potenciais fortes e muito fortes, mostrando um padrão de movimento semelhante ao TS. No TI não houve registro de atividade em nenhum dos casos (Fig. 1, Tab. 1).

O músculo deltóide foi inativo neste movimento. Apenas o caso 11 evidenciou potenciais na sua porção média, que desapareceram durante a elevação (Fig. 1, Tab. 1).

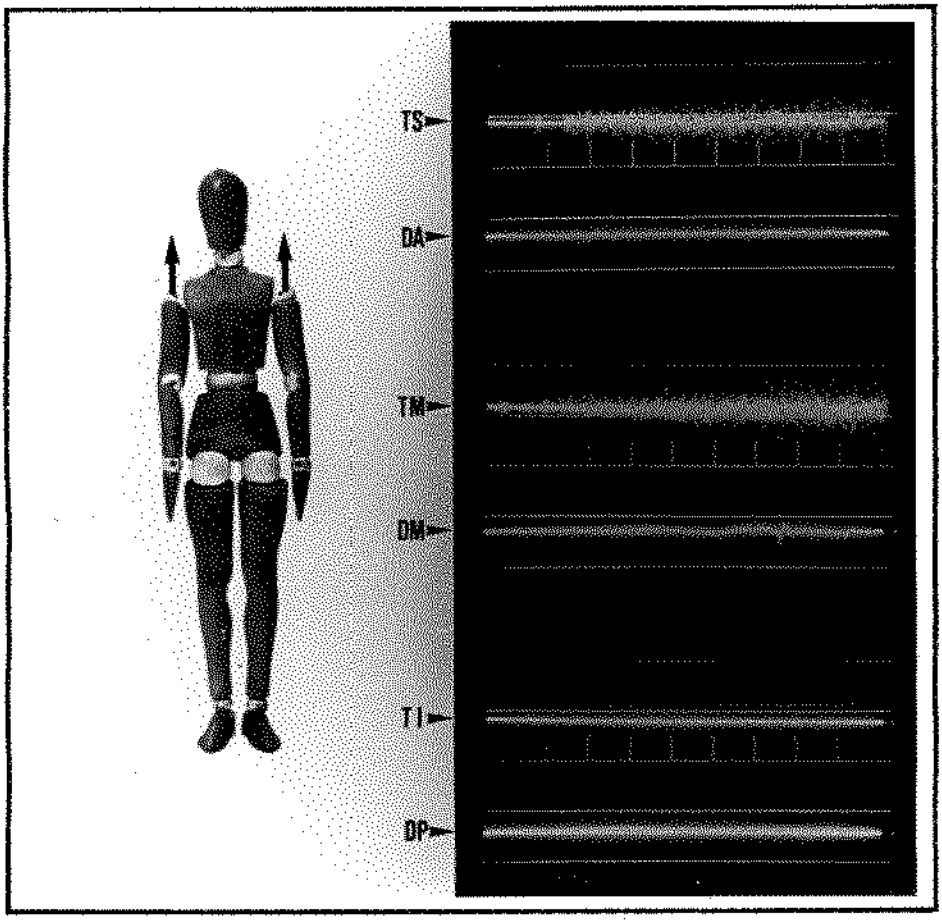

Fig. 1 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de elevação dos ombros. Graus de atividade: TS(3+), TM(3+), TI(-), DA(-), DM(-)e DP(-). Calibração (C) = 500 µV/div.; velocidade (V) = 370 ms/div. (caso-14).

ABAIXAMENTO

Este movimento consiste no retorno dos ombros à posição natural. O TS apresentou atividade decrescente do início para o final do movimento em todos os casos. Notou-se em alguns a finalização brusca da atividade muscular devido à interrupção do controle da descida dos ombros. O TM foi ativo em 8 casos, mostrando um perfil eletromiográfico semelhante ao do TS. No TI nenhuma atividade foi registrada (Fig. 2, Tab.1).

O músculo deltóide foi inativo no abaixamento dos ombros. Apenas no caso 11 verificou-se uma atividade de DM, que decresceu durante o movimento (Fig. 2, Tab. 1).

RETRAÇÃO

Neste movimento o TS agiu em apenas 3 casos e não apresentou um padrão definido de ação. As amplitudes dos potenciais registrados foram irregulares do início ao final da retração. Já o TM e o TI mostraram uma atividade definida, crescente do começo ao fim do movimento em todos os casos. Notaram-se variações bruscas ou mais suaves na amplitude dos picos no início do movimento, e na intensidade que variou de moderada a muito forte. Alguns casos diminuíram seus potenciais na fase final do movimento depois de terem atingido a amplitude máxima (Fig. 3, Tab. 1).

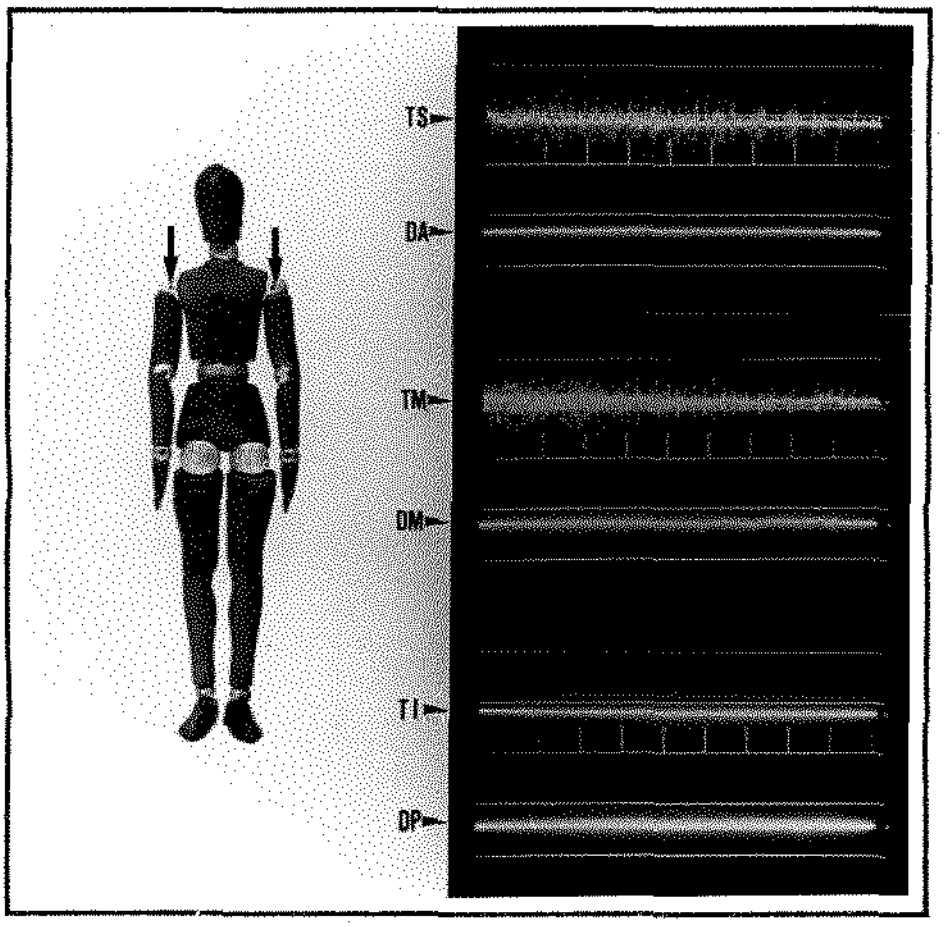

Fig. 2 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de abaixamento dos ombros. Graus de atividade: TS(3+), TM(3+), TI(-), DA(-), DM (-) e DP(-). C= 500 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-14).

Quanto ao músculo deltóide, observaram-se no caso 11 potenciais de fraca intensidade no DM. No DP, 8 casos mostraram atividade de intensidade que variou de fraca a forte, entretanto sem caracterização de um padrão de ação (Fig. 3, Tab. 1).

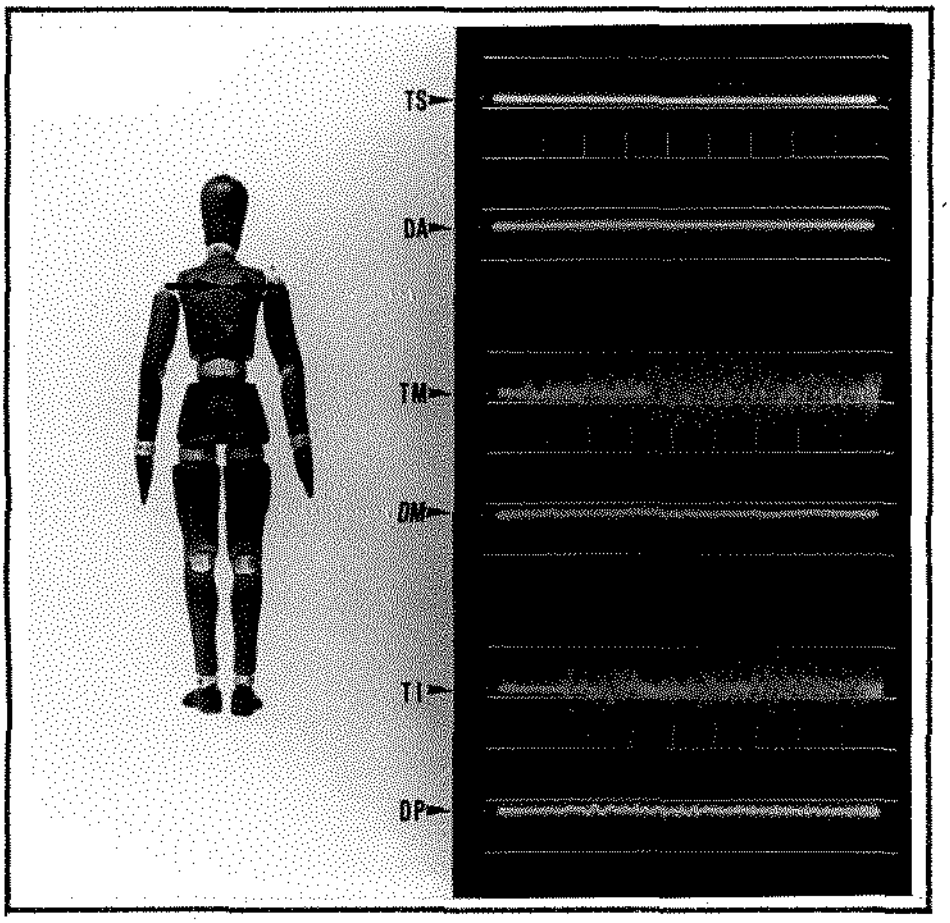

Fig. 3 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de retração dos ombros. Graus de atividade: TS(-), TM(4+), TI(3+), DA(-), DM(-) e DP(+). C= 500 µV/div.; V= 370 ms/div. (caso-16).

PROTRAÇÃO

Nenhuma das porções dos músculos trapézio e deltóide apresentou atividade eletromiográfica neste movimento (Tab. 1).

Movimentos do Braço

Abdução a 180º

Em todos os casos as três porções do músculo trapézio foram ativas. O perfil eletromiográfico evidenciou um aumento de atividade do início para o final do movimento, atingindo o máximo de ação no final da elevação do braço. Alguns casos se mantiveram desta forma e outros diminuíram ligeiramente sua atividade. Existiu também alguma variação no início da ação, sendo suave para a maioria dos casos, mas abrupta em alguns. No caso 16, ressaltou-se uma atividade moderada no TM e que se manteve constante durante o movimento (Fig. 4, Tab. 2).

As três porções do músculo deltóide também foram ativas, entretanto, no DP as variações foram mais acentuadas. O DA e o DM evidenciaram um perfil de atividade eletromiográfica crescente do início ao final da abdução. As variações ficaram na amplitude dos potenciais e no início da atividade, sendo esta mais suave ou abrupta. Na fase final da elevação do braço, alguns casos mostraram diminuição de intensidade. O DP agiu dentro deste perfil eletromiográfico em 13 casos; em outros 2 os potenciais foram fracos e de perfil irregular. No caso 11 não se registrou atividade (Fig. 4, Tab.2).

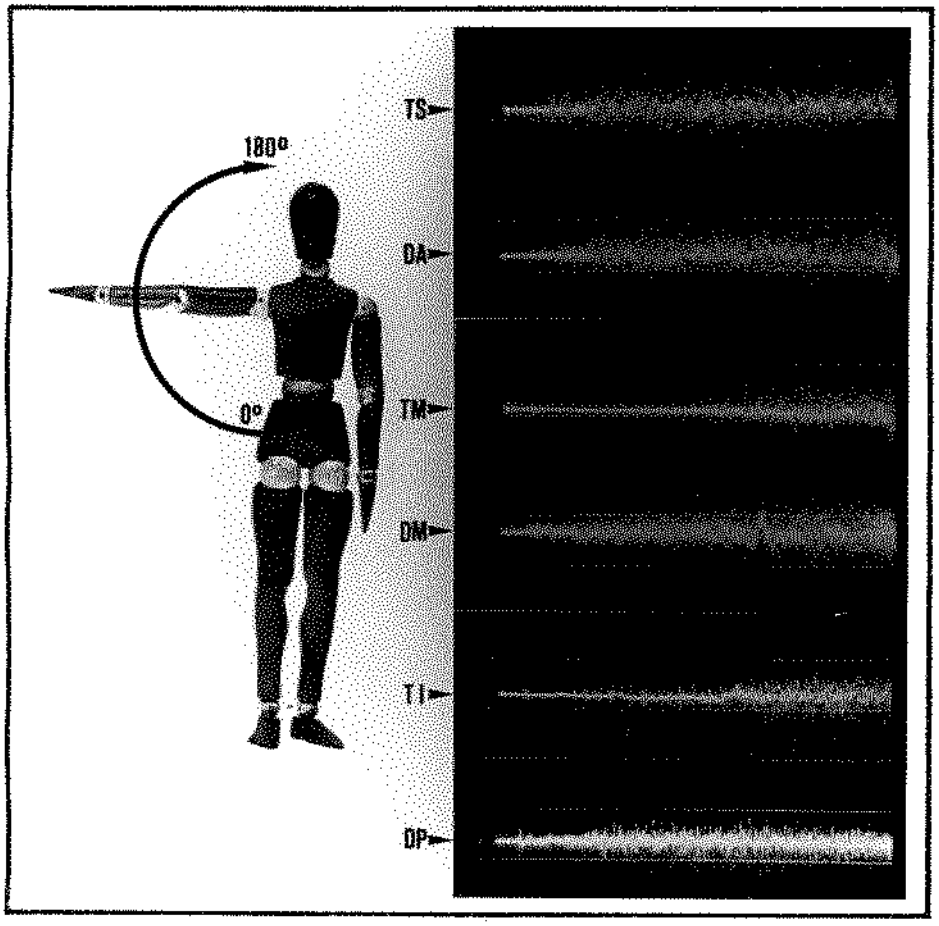

Fig. 4 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de abdução do braço a 180°. Graus de atividade: TS(3+), TM(3+), TI(3+), DA(3+), DM(3+) e DP(2+). C= 1000 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-09).

ADUÇÃO

Este movimento consiste no retorno do braço e da escápula à sua posição de repouso. No TS, TM e TI os registros evidenciaram uma atividade decrescente até o término do movimento.

No músculo deltóide observou-se um padrão ele

tromiográfico definido; o perfil foi decrescente até o retorno do braço à posição de repouso. Em alguns casos diminuiu a atividade no início da adução em relação ao término da abdução (180°) (Fig. 5, Tab. 2).

No DP as variações de intensidade eletromiográfica foram mais acentuadas, de inatividade até atividade muito forte (Fig. 5, Tab. 2).

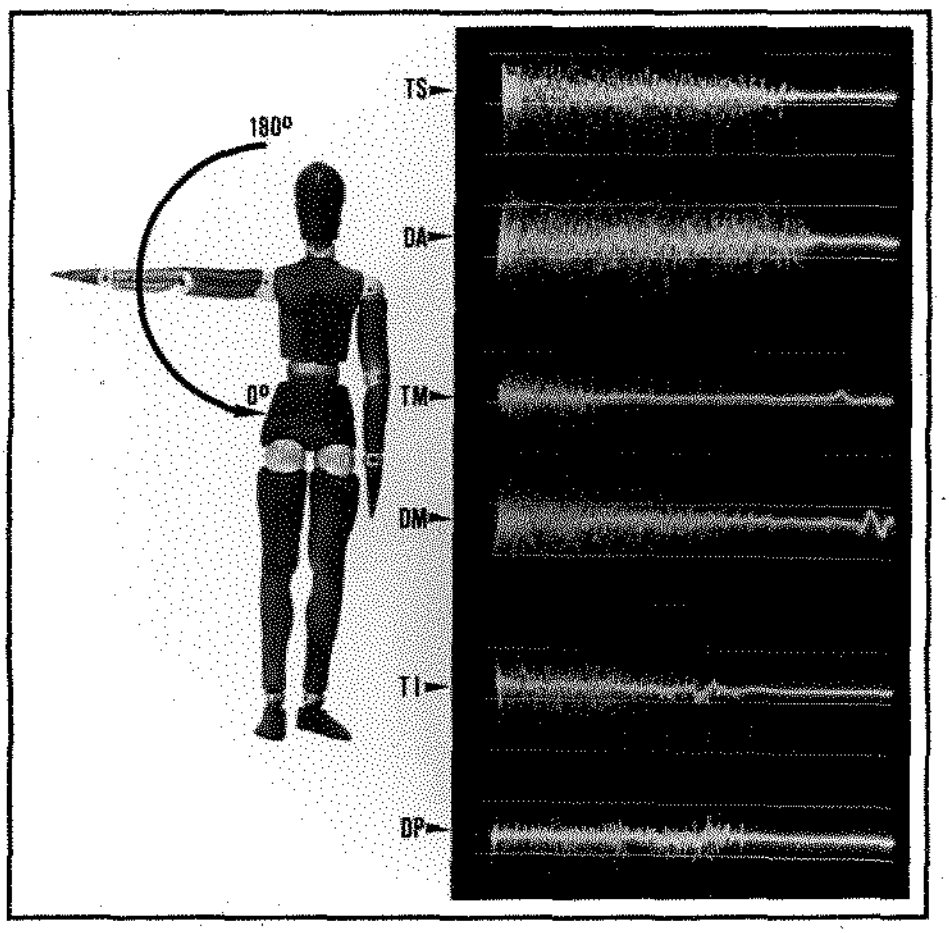

Fig. 5 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de adução do braço. Graus de atividade: TS(3+), TM(3+), TI(3+), DA(3+), DM(3+) e DP(2+). C= 1000 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-09).

FLEXÃO A 180°

A atividade eletromiográfica observada nos músculos trapézio e deltóide foi bastante variada com relação ao perfil e, também, à intensidade dos registros. No TS a maior parte dos voluntários apresentou uma ação crescente até atingir 180°. Entretanto, em 2 casos observou-se uma atividade moderada, a qual permaneceu constante durante todo o movimento do braço. Já o TM apresentou 5 casos inativos e 6 com atividade constante de fraca intensidade. Nos demais casos TM apresentou perfil eletromiográfico semelhante ao TS, mas com intensidades variadas.

Para a TI as ações foram mais discrepantes ainda. Em alguns casos foi inativo, enquanto que em outros 2 a atividade eletromiográfica foi interrompida bem antes do braço atingir a elevação final. Houve perfil eletromiográfico padronizado em 7 casos, com ação crescente do início ao final do movimento (Fig. 6, Tab. 2)

Observaram-se ainda 4 casos irregulares, com um padrão eletromiográfico indefinido e atípico.

No músculo deltóide os registros apresentaram menores oscilações. O DA e o DM evidenciaram um perfil eletromiográfico definido para todos os voluntários. As poucas variações foram encontradas na intensidade. O DP foi inativo em 9 casos, de ação moderada em 6 e em um caso com intensidade forte. Nos casos em que foi ativo, seu perfil eletromiográfico foi semelhante a DA e DM (Fig. 6, Tab. 2).

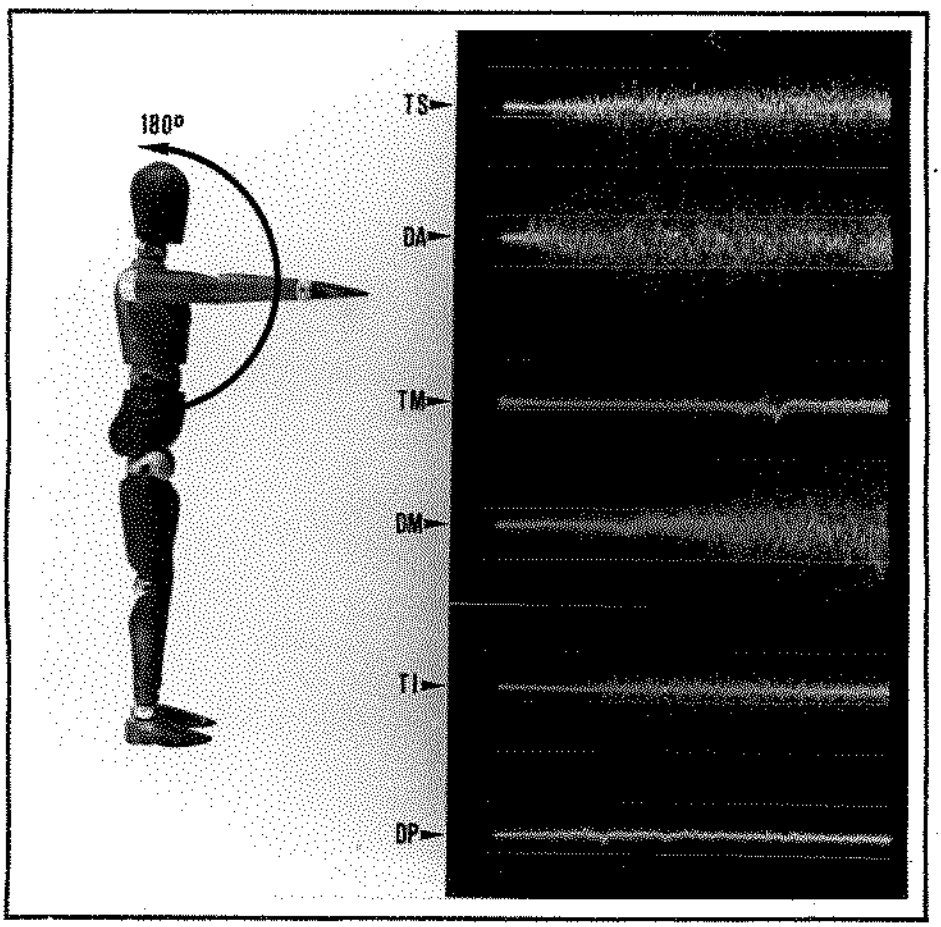

Fig. 6 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de flexão do braço a 180°. Graus de atividade: TS(3+), TM(+), TI(2+), DA(4+), DM (4+) e DP(-). C= 1000 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-09).

EXTENSÃO

Neste movimento, definido como sendo a volta do braço e da escápula à sua posição de repouso, os registros obtidos também foram bastante variados, especialmente no TM, TI e DP.

O TS desenvolveu na maioria dos casos uma ati-

vidade decrescente do início para o final do movimento. No TM, 9 casos agiram de forma semelhante ao TS, 5 foram inativos e em outros 2 observou-se uma atividade irregular durante o abaixamento do braço. O TI nos casos em que foi ativo, evidenciou um perfil eletromiográfico definido, sendo decrescente até se tornar inativo. Notou-se que a intensidade da ação variou de inativa a muito forte (Fig. 7, Tab. 2).

No DA e DM, o perfil eletromiográfico evidenciou um decréscimo gradual de atividade, até que o braço completasse sua descida. Em alguns casos a ação foi interrompida repentinamente antes do final do movimento. No DP as variações foram mais acentuadas. O caso 15 apresentou duas oscilações do tipo crescente-decrescente, 6 agiram de forma idêntica ao DA e DM, com intensidade que variou entre fraca e moderada e 9 casos foram inativos (Fig. 7, Tab. 2).

HIPEREXTENSÃO

O TS foi inativo em 15 casos, enquanto que o TM desenvolveu um perfil eletromiográfico crescente até o final do movimento. A intensidade dos potenciais variou entre moderada e muito forte, porém em 3 casos o TM foi inativo. No TI, 6 casos evidenciaram inatividade e nos demais a intensidade não ultrapassou de fraca (Fig. 8, Tab. 3).

Apenas em um caso o DA foi ativo no final da hiperextensão. O DM também apresentou pouca participação.

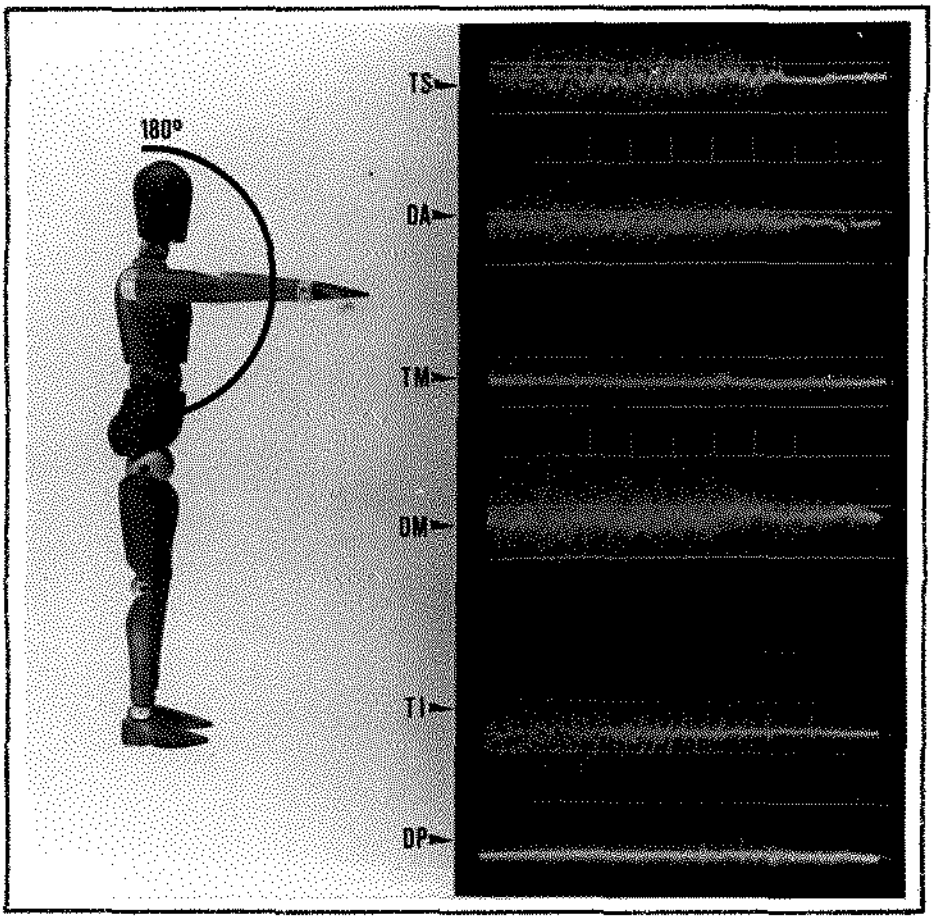

Fig. 7 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de extensão do braço. Graus de atividade: TS(3+), TM(+), TI(4+), DA(3+), DM(3+) e DP(-). C= 500 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-14).

Somente 5 casos evidenciaram uma ação gradualmente crescente mas fraca, durante o movimento do braço. Já o DP desenvolveu um padrão eletromiográfico crescente, do início para o final do movimento em todos os casos (Fig. 8, Tab. 3).

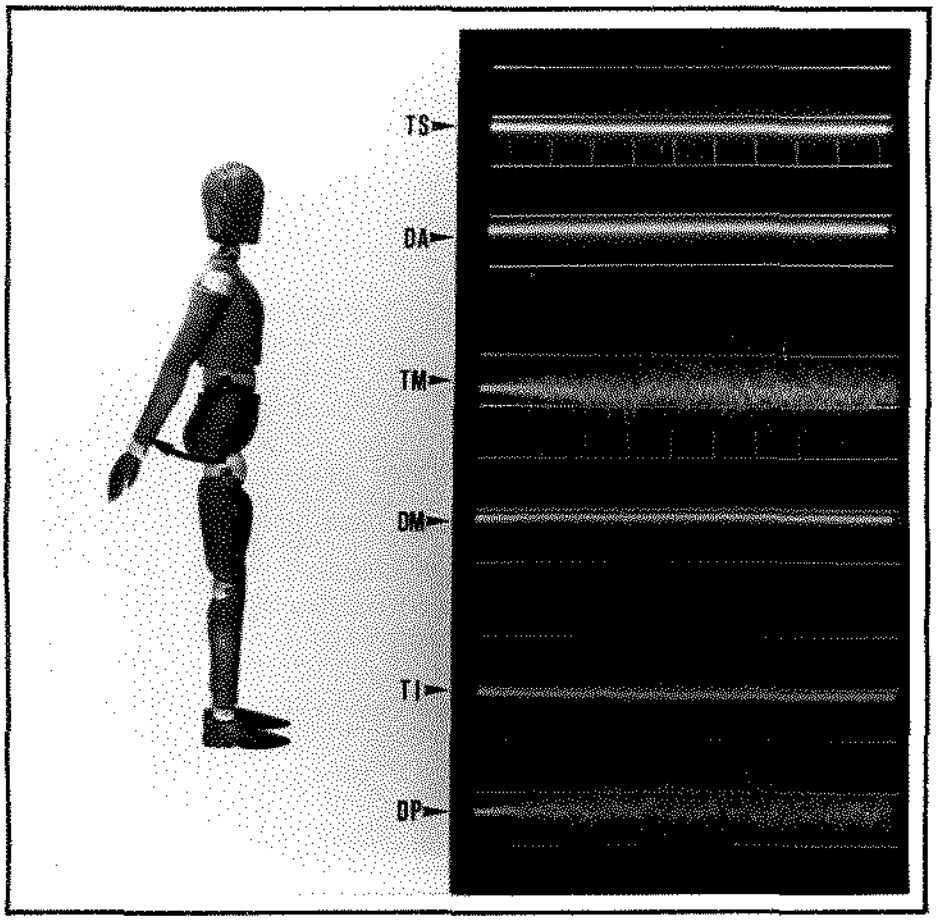

Fig. 8 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de hiperextensão do braço. Graus de atividade: TS(-), TM(4+), TI(+), DA(-), DM(-) e DP(4+). C= 500 µV/div.; V= 370 ms/div. (caso-15).

CIRCUNDUÇÃO

É um movimento composto, que incorpora os movimentos isolados de flexão, abdução, adução, extensão e rotação. Neste experimento iniciou-se a circundução pela flexão e todas as porções dos músculos trapézio e deltóide foram ativas. Apresentaram um perfil eletromiográfico definido na maio

ria dos casos, sendo crescente na fase de elevação do braço e decrescente no abaixamento (Fig. 9, Tab. 3).

O comportamento do músculo deltóide foi semelhante ao trapézio com relação ao perfil eletromiográfico. Evidenciou-se, entretanto, que os potenciais de ação desenvolvidos nas porções do deltóide foram sempre mais intensos do que os do trapézio (Fig. 9, Tab. 3).

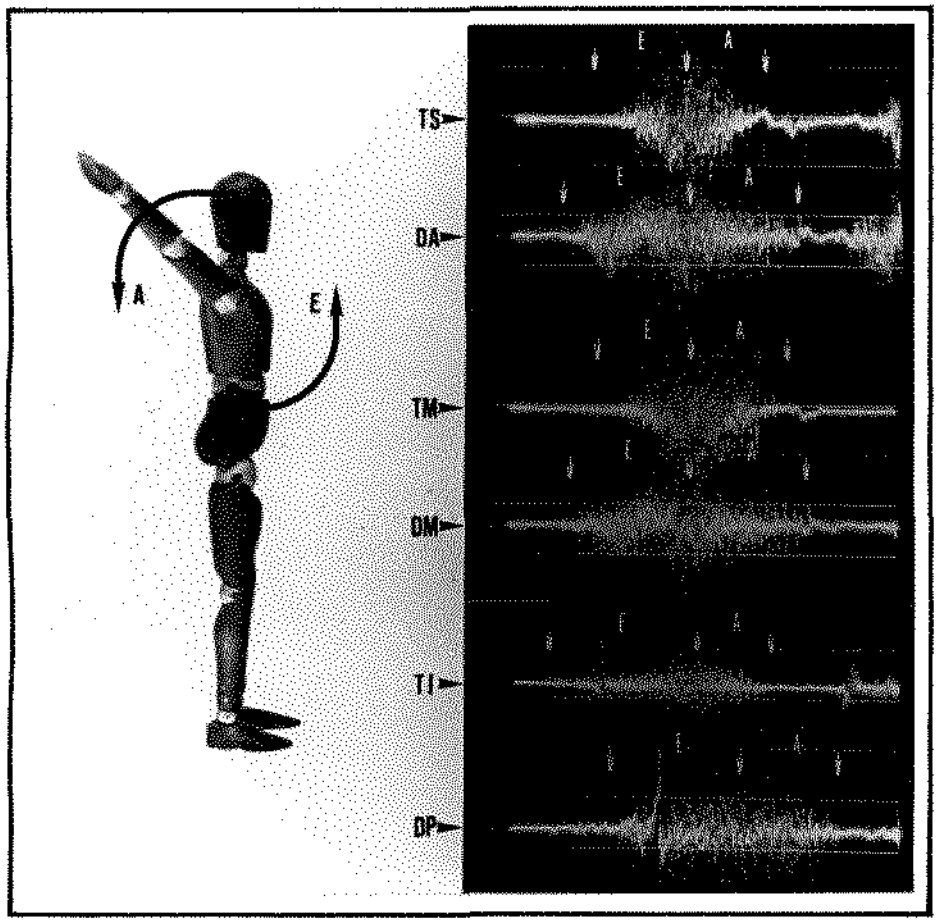

Fig. 9 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio(TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de circundução do braço. As setas indicam o início e o término das fases de E= elevação e A= abaixamento. Graus de atividade: TS(4+), TM(4+), TI (3+), DA(4+), DM(4+) e DP(4+). C= 1000 µV/div.; V= 370 ms/div. (caso-09).

OSCILAÇÃO PENDULAR

Este movimento é composto de uma flexão do braço, sua extensão passando pela posição pendente ao lado do corpo, uma hiperextensão e sua volta à posição inicial, fechando assim um ciclo.

Observou-se que o TS age na flexão, com um perfil eletromiográfico crescente, e na extensão de forma decrescente. Apenas 3 casos não caracterizaram este perfil, sendo os potenciais irregulares. A intensidade de ação variou de fraca a moderada. Apenas 1 caso apresentou-se forte no final da flexão. Já o TM foi ativo na fase de hiperextensão. O seu perfil eletromiográfico é semelhante ao do TS, isto é, crescente na hiperextensão e decrescente na sua volta à posição de repouso. Em 3 casos o TM foi inativo e o caso 13 caracterizou um eletromiograma irregular durante todo o ciclo de oscilação. O TI foi ativo em 8 casos na fase de flexão, com perfil semelhante ao de TS e TM (Fig. 10, Tab. 3).

O DA apresentou perfil eletromiográfico semelhante ao de TS em todos os casos, isto é, gradualmente crescente na flexão e decrescente na extensão. O DM foi inativo em 8 casos e nos demais a intensidade foi fraca. Em 3 casos os eletromiogramas mostraram ações irregulares.

Quanto ao DP, em todos os casos observamos o mesmo comportamento. O perfil eletromiográfico foi crescente na hiperextensão e decrescente na volta do braço à posição inicial. A intensidade dos potenciais variou entre moderada e forte (Fig. 10, Tab. 3).

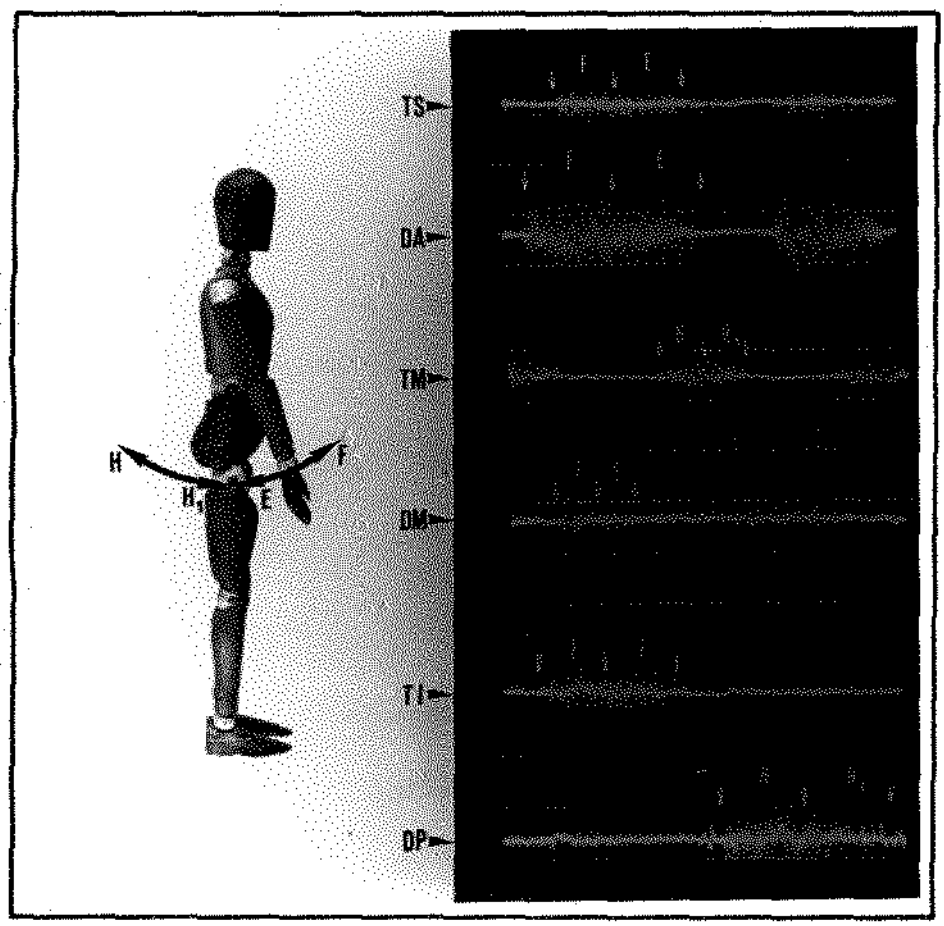

Fig. 10 - Registro da atividade eletromiográfica dos músculos trapézio (TS, TM e TI) e deltóide (DA, DM e DP) no movimento de oscilação pendular do braço (F= flexão; E= extensão; H= hiperextensão e H_1= volta da hiperextensão). Graus de atividade: TS(+), TM(+), TI(+), DA(3+), DM(+) e DP(2+). C= 500 μV/div.; V= 370 ms/div. (caso-09).

ROTAÇÃO LATERAL

O movimento de rotação foi realizado com o antebraço flexionado em 90°, mantendo-se a mão em posição natural (semi-pronação).

O TS apresentou-se inativo, enquanto que o TM

e TI agiram em apenas 2 casos. Nestes dois voluntários o perfil eletromiográfico foi irregular e oscilante durante o movimento (Tab. 3).

O músculo deltóide não apresentou atividade (Tab. 3).

ROTAÇÃO MEDIAL

O TS foi ativo no caso 1, apresentando atividade irregular e fraca. No TM, os dois casos que se apresentaram ativos na rotação lateral voltaram a agir na rotação medial com perfil eletromiográfico evidenciando oscilação e de intensidade moderada (Tab. 3).

No músculo deltóide foram observados apenas dois casos com atividade. Nestes casos (1 e 11), DM e DA, respectivamente, apresentaram ação irregular e de intensidade fraca (Tab. 3).

Tabela 1 - Distribuição do número de casos e porcentagem, conforme os diferentes graus de atividade dos músculos trapézio (TS-TM-TI) e deltóide (DA-DM-DP) nos movimentos livres dos ombros.

movimentos	mm	atividade				
		-	+	2+	3+	4+
elevação	TS	-	-	1- 6,2%	4-25,0%	11-68,7%
	DA	16-100%	-	-	-	-
	TM	8-50,0%	-	1- 6,2%	1- 6,2%	6-37,5%
	DM	15-93,7%	1- 6,2%	-	-	-
	TI	16-100%	-	-	-	-
	DP	16-100%	-	-	-	-
abaixamento	TS	-	-	2-12,5%	6-37,5%	8-50,0%
	DA	16-100%	-	-	-	-
	TM	8-50,0%	-	1- 6,2%	3-18,7%	4-25,0%
	DM	15-93,7%	1- 6,2%	-	-	-
	TI	16-100%	-	-	-	-
	DP	16-100%	-	-	-	-
retração	TS	13-81,2%	1- 6,2%	-	-	2-12,5%
	DA	16-100%	-	-	-	-
	TM	-	-	1- 6,2%	6-37,5%	9-56,2%
	DM	15-93,7%	1- 6,2%	-	-	-
	TI	-	-	1- 6,2%	5-31,2%	10-62,5%
	DP	8-50,0%	5-31,2%	2-12,5%	1- 6,2%	-
protração	TS	16-100%	-	-	-	-
	DA	16-100%	-	-	-	-
	TM	16-100%	-	-	-	-
	DM	16-100%	-	-	-	-
	TI	16-100%	-	-	-	-
	DP	16-100%	-	-	-	-

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Tabela 2 - Distribuição do número de casos e porcentagem, conforme os diferentes graus de atividade dos músculos trapézio (TS-TM-TI) e deltóide (DA-DM-DP), nos movimentos livres do braço.

movimentos	mm	atividade				
		-	+	2+	3+	4+
abdução	TS	-	2-12,5%	2-12,5%	7-43,7%	5-31,2%
	DA	-	-	2-12,5%	4-25,0%	10-62,5%
	TM	-	-	1- 6,2%	7-43,7%	8-50,0%
	DM	-	-	-	4-25,0%	12-75,0%
	TI	-	2-12,5%	2-12,5%	6-37,5%	6-37,5%
	DP	1- 6,2%	2-12,5%	4-25,0%	3-18,7%	6-37,5%
adução	TS	-	2-12,5%	2-12,5%	8-50,0%	4-25,0%
	DA	-	-	3-18,7%	7-43,7%	6-37,5%
	TM	-	1- 6,2%	2-12,5%	8-50,0%	5-31,2%
	DM	-	-	2-12,5%	5-31,2%	9-56,2%
	TI	-	2-12,5%	2-12,5%	6-37,5%	6-37,5%
	DP	1- 6,2%	2-12,5%	5-31,2%	4-25,0%	4-25,0%
flexão	TS	-	1- 6,2%	2-12,5%	8-50,0%	5-31,2%
	DA	-	-	-	1- 6,2%	15-93,7%
	TM	5-31,2%	6-37,5%	1- 6,2%	3-18,7%	1- 6,2%
	DM	-	-	1- 6,2%	5-37,5%	10-62,5%
	TI	3-18,7%	2-12,5%	7-43,7%	3-18,7%	1- 6,2%
	DP	9-56,2%	4-25,0%	2-12,5%	-	1- 6,2%
extensão	TS	-	1- 6,2%	2-12,5%	8-50,0%	5-31,2%
	DA	-	-	-	1- 6,2%	15-93,7%
	TM	5-31,2%	6-37,5%	1- 6,2%	3-18,7%	1- 6,2%
	DM	-	-	1- 6,2%	5-31,2%	10-62,5%
	TI	3-18,7%	2-12,5%	7-43,7%	3-18,7%	1- 6,2%
	DP	9-56,2%	4-25,0%	2-12,5%	-	1- 6,2%

Tabela 3 - Distribuição do número de casos e porcentagem, conforme os diferentes graus de atividade dos músculos trapézio (TS-TM-TI) e deltóide (DA-DM-DP), nos movimentos livres do braço.

movimentos	mm	atividade				
		-	+	2+	3+	4+
hiperextensão	TS	15-93,7%	-	1- 6,2%	-	-
	DA	15-93,7%	1- 6,2%	-	-	-
	TM	3-18,7%	-	1- 6,2%	9-56,2%	3-18,7%
	DM	11-68,7%	5-31,2%	-	-	-
	TI	6-37,5%	6-37,5%	4-25,0%	-	-
	DP	-	-	-	5-31,2%	11-68,7%
circundução	TS	-	-	2-12,5%	6-37,5%	8-50,0%
	DA	-	-	-	4-25,0%	12-75,0%
	TM	-	-	-	5-31,2%	11-68,7%
	DM	-	-	1- 6,2%	3-18,7%	12-75,0%
	TI	-	-	2-12,5%	3-18,7%	11-68,7%
	DP	-	1- 6,2%	4-25,0%	5-31,2%	6-37,5%
oscilação pendular	TS	3-18,7%	10-62,5%	2-12,5%	1- 6,2%	-
	DA	-	1- 6,2%	8-50,0%	6-37,5%	1-6,2%
	TM	3-18,7%	6-37,5%	6-37,5%	1- 6,2%	-
	DM	8-50,0%	6-37,5%	2-12,5%	-	-
	TI	8-50,0%	6-37,5%	2-12,5%	-	-
	DP	-	-	10-62,5%	6-37,5%	-
rotação lateral	TS	16-100%	-	-	-	-
	DA	16-100%	-	-	-	-
	TM	14-87,5%	-	1- 6,2%	1- 6,2%	-
	DM	16-100%	-	-	-	-
	TI	14-87,5%	-	1- 6,2%	1- 6,2%	-
	DP	16-100%	-	-	-	-
rotação medial	TS	15-93,7%	1- 6,2%	-	-	-
	DA	15-93,7%	-	1- 6,2%	-	-
	TM	14-87,5%	-	1- 6,2%	1- 6,2%	-
	DM	15-93,7%	-	1- 6,2%	-	-
	TI	14-87,5%	-	1- 6,2%	1- 6,2%	-
	DP	16-100%	-	-	-	-

DISCUSSÃO

Movimentos dos Ombros

ELEVAÇÃO

Na realização deste movimento ficou evidente a atividade mais destacada do trapézio superior, o qual apresentou um perfil eletromiográfico de atividade gradual e crescente em todos os voluntários. Por outro lado, o trapézio médio foi ativo em apenas 50% dos casos e o inferior, totalmente inativo.

INMAN *et alii* (1944) estudaram detalhadamente a região do ombro e referem-se especialmente à porção superior do músculo trapézio como sendo sua função a elevação ativa do ombro. YAMSHON & BIERMAN (1948) pesquisaram este músculo com eletrodos de superfície e notaram fortes potenciais de ação na sua porção superior e média, sendo inativa a inferior. Estes autores concluíram que a porção superior eleva o ombro e

a média também, porém em menor escala. DUCHENNE (1867), utilizando a estimulação elétrica, notou que a elevação do ombro ocorria, quando era ativada a porção clavicular e, mesmo assim, a cabeça teria que estar fixa por outros músculos do pescoço. Se houvesse a ativação das fibras da porção média, que se inseriam na borda lateral do acrômio e na metade lateral da espinha da escápula, elevava-se o acrômio. Por outro lado, estimulando as fibras que se fixavam na face interna da espinha da escápula (porção adutora ou retratora), ocorria pouca elevação e sim retração. Ao estimular a porção inferior, o ombro era tracionado para baixo, com o ângulo medial da escápula deslocando-se 1 a 2 centímetros.

Estas observações de DUCHENNE (1867) em relação ao trapézio médio nos chamam a atenção e parecem justificar a ocorrência de atividade em apenas alguns casos. Voltaremos a analisá-las mais à frente.

Distribuindo 7 pares de eletrodos paralelamente às fibras do trapézio, WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) observaram que durante a elevação do ombro, o máximo de atividade se dava na margem superior e esta aumentava com o final do movimento. Também em 1952, TOURNAY & PAILLARD afirmaram que todas as porções deste músculo são ativas na elevação do ombro e THOM (1965), que a responsabilidade deste movimento recai sobre a porção superior.

INMAN *et alii* (1944) e BASMAJIAN (1978 e 1980) sustentaram a tese de que a parte superior do trapézio, o elevador da escápula e as digitações superiores do serrátil anterior constituem uma unidade que age sinergicamente, suportan-

do passivamente a escápula, rodando-a e elevando-a como componente superior de um par de forças. Analisando nossos dados, concordamos em parte com esta afirmação, pois não encontramos potenciais no músculo trapézio na posição de descanso, portanto a função de suportar passivamente os ombros seria de outras estruturas e não deste.

Mais recentemente, FREITAS (1979), estudando o rombóide maior e o trapézio médio, comenta ser o último fortemente ativo na elevação do ombro. Em 1985, este pesquisador comparou as porções superior e inferior do trapézio, concluindo ser a superior elevadora e abaixadora do ombro. BÜLL(1982) trabalhou com eletrodos de agulha na análise do elevador da escápula e trapézio superior, atestando a equivalência funcional entre estes músculos na atividade primária de elevar o ombro.

Revisando também alguns livros textos de cinesiologia, tais como: KELLEY (1971), WELLS (1971) e RASCH & BURKE (1977), nota-se que estes autores dividiram o músculo trapézio em 4 unidades funcionais. Referem-se que a primeira é elevadora da escápula, a segunda eleva, roda para cima e retrai, a terceira retrai e a quarta roda para cima, deprime e assiste na retração.

Se compararmos estes dados de estudos eletrofisiológicos, cinesiológicos e eletromiográficos encontrados na literatura com os resultados do nosso experimento, chegamos à conclusão de que realmente o trapézio superior é elevador primário do ombro. Entretanto, a obtenção de 50% de casos ativos e outros 50% de inativos no trapézio médio, nos leva a pensar

na hipótese de terem existido variações no ponto de colocação do eletrodo para esta porção do músculo. Estas variações teriam sido decorrentes das próprias diferenças anatômicas existentes entre os voluntários, tais como componente adiposo, dimensões e formas das estruturas envolvidas. DUCHENNE (1867), estimulando fibras do trapézio médio que se inseriam no acrômio e na metade lateral da espinha da escápula, observou elevação do ombro, porém ao fazê-lo naquelas que se fixavam na face interna da espinha, as quais chamou de porção retratora, pouco obteve de elevação, mas sim uma forte retração. Se considerarmos também o estudo de WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952), no qual 7 pares de eletrodos foram usados e distribuídos paralelamente às fibras do músculo trapézio, sendo o primeiro próximo da margem superior e o sétimo na sua porção inferior; o trabalho de THOM (1952) onde 12 eletrodos foram inseridos no músculo; os textos cinesiológicos de KELLEY (1971), WELLS (1971) e RASCH & BURKE (1977), onde dividiram o trapézio em 4 porções, sendo a primeira e a segunda elevadoras, podemos admitir que o músculo trapézio consiste num complexo de fibras de difícil delimitação funcional. Teria assim, o que nós entendemos por trapézio médio, componentes de elevação e de retração, e, dependendo do local onde for implantado o eletrodo, predominará a função elevadora ou retratora.

Os nossos dados de atividade na porção média estão de acordo com YAMSHON & BIERMAN (1948), TOURNAY & PAILLARD (1952) e FREITAS (1979), que afirmaram ser esta porção elevadora do ombro.

Quanto ao trapézio inferior, apenas o estudo

de TOURNAY & PAILLARD (1952) afirmou ser este elevador do ombro, o que está em desacordo com os nossos resultados, no entanto estes autores não fornecem maiores detalhes sobre o seu estudo.

O músculo deltóide não apresentou atividade neste movimento e nós não encontramos na literatura referências sobre sua participação na elevação dos ombros.

ABAIXAMENTO

As nossas análises nos mostraram um perfil eletromiográfico decrescente de atividade nas porções do músculo trapézio que elevaram o ombro. O trapézio inferior permaneceu inativo. Ficou caracterizado que tais porções musculares controlaram a descida dos ombros até a posição de repouso, através de contrações excêntricas. Notou-se em alguns eletromiogramas que este controle era interrompido, o que nos levou a admitir que a descida passou a ser executada apenas pela ação da gravidade.

Na literatura consultada poucos autores consideram este movimento mais detalhadamente. Apesar disso, podemos compará-los com alguns.

YAMSHON & BIERMAN (1948) analisaram as três porções do trapézio com eletrodos de superfície, não encontrando potenciais para as porções superior e média, mas forte atividade na inferior. Os resultados destes pesquisadores são contrários aos nossos, mas nos parece que para eles o movimento

de abaixamento teria seu início na posição de repouso e não seria a volta da elevação. Em nosso trabalho seria aceitável haver atividade no trapézio inferior se alguma forma de resistência fosse imposta ao movimento. Portanto, possivelmente exista desacordo na conceituação do movimento.

WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952), comparando experimentos eletromiográficos com estudos anatômicos, afirmaram existir uma ação predominante da porção inferior na descida ativa das escápulas. Dois detalhes nos chamam a atenção no estudo destes autores: a utilização de 7 pares de eletrodos de superfície colocados em pontos pré-estabelecidos do músculo e o fato de ser feita referência à "descida ativa" do ombro. Persiste a dúvida se descida ativa significa resistência imposta ao movimento, ou se este tem ponto de partida na posição de repouso. Também ressalta-se que, mesmo com o uso de vários eletrodos, não há afirmação de que as porções superior e média foram ativas. Estes dados são opostos aos nossos, entretanto devemos considerar as diferenças metodológicas e de conceituação dos movimentos. Provavelmente as comparações são de atividades distintas.

FREITAS (1979), analisando os músculos trapézio médio e romboide maior, com idêntica metodologia utilizada por nós, concluiu ser o trapézio médio inativo na volta do ombro à sua posição de repouso após a elevação. Contudo, este pesquisador afirmou ser a porção média ativa na elevação. Ainda FREITAS (1985), comparando a atividade das porções superior e inferior do trapézio, concluiu que na elevação e abaixamento dos ombros apenas o superior atuou, apresentando atividade

respectivamente crescente e decrescente do início para o final do movimento. Os primeiros dados deste autor estão em desacordo com os nossos, pois a porção média, tendo agido na elevação, não o fez no abaixamento. Poderia se pensar na hipótese da descida dos ombros ter sido executada descontroladamente, apenas sob a ação da gravidade, ou também desta função ter sido desempenhada apenas pela porção superior, que não foi estudada. Já as observações do segundo trabalho referentes à porção superior do trapézio estão de acordo com as nossas, pois todas as ações registradas na elevação dos ombros ocorreram em sentido inverso na descida.

BÜLL (1982) estudou a porção superior do trapézio em vários movimentos do ombro e braço e constatou ter este músculo uma ação sinérgica juntamente com o elevador da escápula na descida dos ombros. Nossos resultados confirmam os desta pesquisadora.

Quanto ao músculo deltóide, este permaneceu inativo durante o abaixamento do ombro. Esta inatividade era de se esperar, pois as inserções e topografia deste músculo não condizem com sua participação efetiva neste movimento.

RETRAÇÃO

Nosso estudo mostrou um perfil eletromiográfico definido para as porções média e inferior do músculo trapézio. Os potenciais encontrados em alguns voluntários na porção superior e no deltóide posterior apresentavam oscilações

quanto ao perfil e à intensidade da ação.

YAMSHON & BIERMAN (1948), WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e TOURNAY & PAILLARD (1952) constataram que as três partes do trapézio são ativas na retração do ombro. Salienta-se que no primeiro estudo a ação do trapézio superior foi moderada e no segundo fraca. Estes dados estão em desacordo com os nossos no que diz respeito à porção superior.

Por outro lado, THOM (1965) e BÜLL (1982), analisando a retração, afirmaram ser a porção superior inativa neste movimento. FREITAS (1979 e 1985), observando o trapézio médio e comparando a ação do superior com a do inferior, registrou fortes potenciais no médio e inferior, enquanto que o superior permaneceu inativo, o que é confirmado pelos nossos resultados.

Realmente nós verificamos alguns casos de atividade descaracterizada e irregular no trapézio superior, o que nos leva a admitir que tais voluntários, ao tentar executar uma retração perfeita, elevavam inconscientemente os ombros.

Com as devidas ressalvas metodológicas, podemos tentar estabelecer uma comparação com os trabalhos eletrofisiológicos de DUCHENNE (1867). Quando este pesquisador estimulou isoladamente a porção superior do trapézio com a cabeça fixa, o ombro se elevava e não retraía; fazendo-o nos componentes retratores da porção média, o ombro era retraído, e, quando no inferior, era abaixado. Entretanto, ao estimular as três porções simultaneamente predominava a retração. Durante o nosso experimento, a ação voluntária de retrair o ombro mos

trou potenciais praticamente iguais no perfil desenvolvido e na intensidade, para as porções média e inferior do trapézio, mas não se observou abaixamento do ombro, de forma semelhante ao que ocorreu na estimulação elétrica de DUCHENNE (1867). Talvez se torne inaceitável comparar metodologias tão diferentes, mas fica interessante especular em torno da ação isolada de uma porção muscular e quando conjugada com outras porções e outros músculos.

Quanto ao músculo deltóide, as porções anterior e média foram inativas e a posterior se mostrou ativa em alguns casos. Observamos que esta atividade não teve um perfil eletromiográfico definido e suas intensidades foram variáveis. Uma provável explicação para estes casos seria a de que estes voluntários, na tentativa de executar a retração de forma mais perfeita, hiperestendiam o braço simultaneamente.

PROTRAÇÃO

Poucos pesquisadores estudaram a atuação do trapézio no movimento de protração. WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) relataram que eletromiogramas registrados durante a protração mostram potenciais muitos baixos e THOM (1965) observou que no deslocamento das escápulas para frente, participam principalmente as porções cranial e caudal do músculo. O autor ainda adverte que provavelmente isto ocorreria devido a um levantamento simultâneo dos ombros. FREITAS (1979) e BÜLL (1982) não encontraram atividade nas porções média e superior respec

tivamente. Aceitaram a hipótese de que ações esporádicas ocorreram no caso da porção superior, quando existiu levantamento dos ombros simultâneo com a protração.

Em nossos experimentos não obtivemos registros eletromiográficos para nenhuma das porções do trapézio e do deltóide neste movimento. Salientamos, entretanto, que durante nossas análises orientamos nossos voluntários no sentido de não elevarem o ombro.

THOM (1965) se referiu à atividade nas porções superior e inferior do trapézio decorrente de elevação do ombro. Esta atividade na porção superior é aceitável se houver elevação, contudo fica difícil de entender a ação da porção inferior. Pois este mesmo autor nega a ação quando analisou a elevação separadamente. Seria necessária outra justificativa, o que nós não encontramos.

Particularmente, aceitamos a tese de que a protração é executada por outros músculos do complexo do ombro-braço, enquanto o trapézio estaria se alongando sem qualquer tipo de contração, seja concêntrica, excêntrica ou isométrica, o deltóide permanece completamente neutro nesta ação.

MOVIMENTOS DO BRAÇO

ABDUÇÃO

Em nosso experimento notamos que as três porções do trapézio agiram desde o início da abdução, apresentando um perfil eletromiográfico semelhante para as três porções.

Observamos ainda que a intensidade foi maior na porção média, seguida pela inferior e superior, respectivamente.

Os estudos de INMAN *et alii* (1944) descreveram os músculos rotadores da escápula como um distinto grupo funcional; e o trapézio superior, o elevador da escápula e as digitações superiores do serrátil anterior outra unidade funcional. Esta unidade é responsável pelo suporte ativo e elevação do ombro, e também pela formação do par de forças necessário para rodar a escápula na elevação do braço. Por outro lado, a porção inferior e as digitações inferiores do serrátil formam o par de força que age na complementação desta ação. A porção intermediária do trapézio age para fixar a escápula durante a abdução do braço. A curva de atividade muscular apresentada por estes autores para o músculo trapézio é semelhante para as três porções, isto é, ela aumenta gradativamente com ligeira diminuição no final do movimento.

YAMSHON & BIERMAN (1948), registrando moderados potenciais para a porção superior e fortes para a média e inferior, afirmaram que estas últimas são importantes acessórios na rotação escapular. Do mesmo modo, WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) concluíram que o trapézio, como um todo, tem grande atividade durante a abdução e os dois terços inferiores são os mais ativos.

Contrariamente a estes dois últimos estudos, THOM (1965) obteve resultados diferentes, encontrando maior ação nos terços superior e médio. LU (1965), também, observou maior atividade na porção superior em relação à média e inferior, utilizando eletrodos de superfície.

Mais recentemente, SUGAHARA (1974) pesquisou com eletrodos de fio todos os músculos envolvidos no complexo ombro-braço em vários movimentos. Este autor constatou que na abdução a porção superior agiu desde o início do movimento, a média e a inferior depois de 40° de elevação do braço, com predominância de atividade na inferior, média e superior, respectivamente. ITO (1980), com eletrodos de fio, FREITAS (1979 e 1985) e BÜLL (1982), utilizando eletrodos de agulha e superfície, observaram que a porção superior e a média agem fortemente na abdução e os potenciais aumentam gradativamente até que o braço atinja 180° de elevação.

Confrontando estes dados, obtidos através de diferentes metodologias, parece-nos difícil concluir sobre o grau de atividade de cada porção do trapézio. Entendemos que para se chegar a conclusões definitivas, torna-se necessário, em investigações posteriores, associar vários métodos a exemplo dos estudos de FREITAS (1985), nos quais comparou o trapézio superior e inferior com eletrodos de agulha e superfície.

O que podemos admitir é que o músculo trapézio age intensamente na abdução do braço. Este movimento não seria possível sem a ação conjunta de outros músculos, como comprovou DUCHENNE (1867), que, estimulando apenas o deltóide, o braço não ultrapassava os 90°. Havia então a necessidade de serem estimulados simultaneamente outros músculos, tais como trapézio e serrátil, para se atingir 180° de abdução. As nossas observações, assim como as de INMAN *et alii* (1944), THOM (1965), FREITAS (1979 e 1985), BÜLL (1982) e ainda outros, são de que ele age elevando, rodando e estabilizando a escápula,

para que o braço alcance o máximo de abdução. A maior atividade se deu na sua porção média, seguida pela inferior e superior.

A participação do deltóide na abdução do braço também foi estudada por DUCHENNE (1867) através da estimulação elétrica. O braço era elevado quando as fibras do deltóide eram estimuladas. Entretanto, a estimulação isolada da porção anterior o elevava apenas até o plano horizontal, e a posterior a 45°. Os experimentos deste pesquisador levaram-no a notar que a porção posterior agia sinergicamente com as outras na elevação do braço até 45°, após o que passava a funcionar como um antagonista, aduzindo-o.

Pela análise dos nossos registros, não é possível constatar uma ação antagônica da porção posterior além dos 45°. O perfil eletromiográfico desenvolvido pela porção posterior não deixou dúvidas, sendo crescente do início para o final do movimento. A intensidade foi menor do que nas outras porções, no entanto o perfil não sofreu qualquer alteração que sugerisse uma inversão de função.

INMAN *et alii* (1944) estudaram o deltóide na abdução como um todo, sem dividí-lo em porções. Suas conclusões são as de que este músculo desenvolve uma ação crescente até atingir um pico, estabelece um platô e no final, próximo dos 180° de elevação, há um abrandamento da sua função.

Em 1949, YAMSHON & BIERMAN também constataram que as três porções do deltóide tomavam parte na abdução e, particularmente, WERTHEIMER & FERRAZ (1958) a confirmaram com alguma variação de intensidade na porção posterior.

SCHEVING & PAULY (1959), utilizando eletrodos de superfície na análise de vários músculos do ombro em diversos movimentos, sugeriram que a função das porções anterior e posterior do deltóide seria de estabilizar a cabeça do úmero na cavidade glenóide. Particularmente não concordamos com esta colocação, pois apesar da distribuição das fibras destas porções ser diferente da média, entendemos que suas funções são primárias e não estabilizadoras. Esta estabilização estaria sendo exercida por outros músculos do complexo ombro- braço, tais como o supra espinhal e o grupo rotador do úmero.

SHEVLIN *et alii* (1969), utilizando-se de contrações isométricas, estudaram a função de alguns músculos do ombro em três planos: frontal ou 90°, transversal ou 45° e sagital ou 0°, e quatro ângulos de elevação do braço: 0°, 45°, 90° e 110°. Estes pesquisadores afirmaram ser a porção anterior do deltóide significativamente mais ativa na elevação do que no abaixamento do braço em todos os planos e ângulos. Já o deltóide posterior, no plano frontal e em todos os graus de elevação, atuou como elevador do braço; no plano transversal, ele atuou elevando apenas na altura de 110° e, finalmente, no plano sagital foi abaixador ou adutor a 45° e 90°.

Com as devidas ressalvas referentes à metodologia, isto é, tipo de contração e resistência imposta ao braço e ficando no terreno da especulação, podemos confrontar estes dados. Notamos que no estudo de SHEVLIN *et alii* (1969) o deltóide posterior foi elevador no plano frontal, em todos os graus e no plano transversal apenas acima de 110°, contrariamente às observações eletrofisiológicas de DUCHENNE (1867) de

que a porção posterior é adutora acima de 45°. Segundo o primeiro pesquisador, o deltóide posterior atua como abaixador somente no plano sagital e a 45° e 90°. Em nosso experimento, adotamos para a abdução o plano da escápula, situado entre o plano frontal e o sagital, mas que não é o transversal. Observamos ser o deltóide abdutor com suas três porções de 0° a 180°, contrariando as hipóteses dos que afirmam ser as porções anterior e posterior fixadoras ou antagonistas do movimento.

COMTET & AUFFRAY (1970), retomando a hipótese de DUCHENNE (1867) e de outros autores, de ser o deltóide posterior um antagonista em certas circunstâncias, dividiram-no em várias outras porções e estudaram-no na elevação do braço no plano frontal e da escápula. Estes pesquisadores concluíram que as várias porções do deltóide posterior não agem simultaneamente na abdução e que algumas delas são realmente antagonistas do movimento.

Em nosso estudo utilizamos apenas um eletrodo no deltóide posterior e nenhum dos casos nos fez suspeitar de que estaria havendo atividade com outras características, que não fosse de abdução. Admitimos, entretanto, que há necessidade da porção posterior do músculo deltóide ser investigada com maior profundidade, pois permanecem dúvidas não só na abdução, mas também na flexão, como comentaremos posteriormente.

Utilizando eletrodos de superfície e de fio, LU (1965) e SUGAHARA (1974), respectivamente, analisaram simultaneamente as três porções do deltóide e afirmam que as mesmas apresentam atividade gradualmente crescente do início ao final do movimento. Os nossos dados concordam com os destes autores.

ADUÇÃO

Os exames dos registros mostraram claramente que a atividade das três porções do trapézio e do deltóide foi inversa da que ocorreu na abdução. O perfil eletromiográfico evidenciou uma ação decrescente do início para o final do movimento. No início da adução a intensidade dos potenciais diminuiu ligeiramente em relação ao final da abdução. Aceitamos esta queda de atividade como sendo uma acomodação muscular, quando o braço atinge 180° de elevação. A porção média apresentou atividade mais intensa em relação às porções superior e inferior.

Poucos pesquisadores se referem ao movimento de adução do braço em seus trabalhos e alguns o definem de forma diferente. SUGAHARA (1974), por exemplo, o definiu como sendo o movimento de braço que parte da posição pendente em direção medial e à frente do corpo.

THOM (1965) afirmou ser a porção inferior do trapézio um adutor importante no abaixamento do braço, mas se houver resistência a ser vencida. KELLEY (1971), WELLS (1971) e RASCH & BURKE (1977) também citaram em seus textos cinesiológicos a porção inferior como depressora da escápula, facilitando a adução do braço.

Parece-nos inaceitável a ação da porção inferior como motor primário no abaixamento da escápula e do braço, pois a mesma age como um sinergista que atua em cooperação com outros músculos do ombro. É evidente que esta colocação mudaria, se a ação fosse contra resistência. Neste caso

talvez o trapézio inferior se torne um adutor primário.

Mais recentemente, FREITAS (1979 e 1985), observando o comportamento do músculo trapézio, e BÜLL (1982), apenas a sua porção superior, constataram que este músculo controla a descida do ombro na adução do braço. Estas conclusões estão de acordo com as nossas, pois entendemos que a função do trapézio na adução é de controlar o abaixamento e a rotação da escápula no seu retorno à posição de repouso.

No deltóide a atividade observada também foi de controle da descida do braço. Mesmo na porção posterior, onde a discordância em torno de suas funções é mais acentuada, não se notou nenhuma outra ação.

DUCHENNE (1867) estimulava eletricamente o deltóide posterior, estando o braço elevado a 180°, e este era abaixado até 45°. COMTET & AUFFRAY (1970) separaram a porção posterior do deltóide em várias partes e analisaram suas funções na elevação do braço. As análises destes autores permitiram concluir que existiam feixes antagonistas e, portanto, adutores. Entretanto, a adução propriamente dita não foi estudada.

Confrontar os dados e métodos destes últimos autores com os nossos não nos parece ser inteiramente correto. No entanto o fazemos apenas para chamar atenção no sentido de que nenhuma ação, que não fosse a de controlar a descida do braço, surgiu no músculo deltóide na adução.

FLEXÃO

Examinando os nossos registros eletromiográficos, observamos que neste movimento a porção superior do trapézio apresentou um perfil de atividade bem definido, enquanto que as porções média e inferior agiram com muitas variações.

INMAN *et alii* (1944) estudaram o complexo ombro-braço e estabeleceram que na flexão do braço, a ação do trapézio superior aumenta de forma linear e que atinge o máximo de potenciais quando o membro superior estiver acima da cabeça. A curva oscila levemente acima de 90°, por estar associada com a rotação escapular. Para a porção média, estes autores preconizaram haver um certo relaxamento, permitindo que a escápula gire e rode em torno do tórax para frente, acompanhando o movimento do braço. E na porção inferior um tipo similar de função, estabilizando e controlando o deslocamento da escápula para fora e para frente.

Se compararmos os nossos resultados do movimento de abdução com o de flexão, podemos notar que o comportamento das porções média e inferior no segundo movimento é completamente diferente do primeiro. Na abdução as três porções apresentavam perfil e intensidade definidos, enquanto que na flexão apenas a porção superior mostrou-se com um perfil de atividade definido e intenso. Isto nos leva a concordar com a teoria de INMAN *et alii* (1944) de que os dois terços inferiores se relaxam para permitir que a escápula se desloque em torno do tórax, acompanhando o braço. Portanto, justificamos a grande variabilidade no perfil eletromiográfico e na intensidade

de contração dos terços médio e inferior do trapézio, pela necessidade de uma maior ou menor estabilização e controle da escápula no seu movimento de translação.

ITO (1980) e BÜLL (1982) analisaram a porção superior do trapézio e concluíram que esta é ativa do início ao final do movimento. Examinando os registros eletromiográficos do trabalho de LU (1965) para as três porções do trapézio, nota-se que a ação da porção superior é muito mais intensa e definida do que a média e inferior. Também FREITAS (1979 e 1985), que estudou a porção média do trapézio com eletrodos de agulha e as porções superior e inferior, associando eletrodos de superfície com os de agulha, afirmou ser a atividade da porção superior definida; no entanto as ações da média e da inferior, inconstantes.

Por outro lado, podemos citar outros autores que são de opinião diversa. SUGAHARA (1974) afirmou que as três porções do trapézio são extremamente ativas nos movimentos de abdução e flexão, devido à rotação para cima e para fora da escápula. YAMSHON & BIERMAN (1948) relataram serem as três partes ativas na flexão e WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) atestaram o aumento gradativo da atividade na porção inferior, mas sem entrar em maiores detalhes ou considerações a respeito.

Com relação ao músculo deltóide, as porções anterior e média foram as principais flexoras do braço. A porção posterior, dadas as variações no perfil eletromiográfico, permite maiores discussões.

INMAN *et alii* (1944) analisaram o deltóide co

mo um só músculo e observaram que os potenciais eram menos intensos na flexão do braço que na abdução. Relatam ainda que o máximo de ação se deu aos 110° de elevação, ocorreu um platô em 130°, havendo queda de atividade quando o braço atingia o final da flexão.

Em nosso estudo foram examinadas separadamente as três porções do deltóide e os registros evidenciaram padrões semelhantes aos descritos por INMAN *et alii* (1944) para as porções anterior e média, mas diferentes para a posterior.

YAMSHON & BIERMAN (1949) e LU (1965) estudaram simultaneamente as três porções com eletrodos de superfície e a atividade em todas elas foi crescente do início para o final do movimento, sendo mais intensa a da porção anterior, seguida da média e posterior. SCHEVING & PAULY (1959) sugeriram que todas as partes do deltóide são ativas em todos os movimentos do braço, isto é, quando uma delas é motora principal, as demais funcionariam como estabilizadoras da articulação e fixadoras da cabeça do úmero na cavidade glenóide. Os pesquisadores brasileiros WERTHEIMER & FERRAZ (1958) e o japonês SUGAHARA (1974) chegaram a conclusões ligeiramente diferentes; observaram potenciais fortes na porção anterior, fracos na média e completamente nulos na posterior.

Como podemos constatar, o desacordo maior está na ação da porção posterior do deltóide, o que motivou OKAMOTO (1968) a realizar pesquisas com este músculo no movimento de flexão. Este autor analisou a ação das três porções na elevação do braço no plano sagital. Acrescentou diferentes graus de resistência, deslocando o braço do plano sagital ora medi

almente, ora lateralmente. Concluiu que no plano sagital, que considerou seu controle, a porção posterior agiu a partir de 135° de elevação e à medida que aumentava a resistência com o deslocamento medial do braço, a atividade das três porções também crescia e tinha início em ângulos menores que 135°. Quando deslocava o braço para a lateral, a atividade nas três porções diminuía e chegava a desaparecer na porção posterior.

É interessante compararmos estes dados com os nossos, pois admite-se ter ocorrido o mesmo. Em nosso experimento ocorreu atividade em 8 casos, os movimentos eram livres, sem nenhuma resistência e os voluntários não tinham nenhum grau de treinamento no movimento. O que observamos nos registros foram atividades fracas e moderadas no final do movimento. Estas ocorrências nos levam a aceitar a hipótese de ter ocorrido desvio lateral ou medial do braço. Inconscientemente os voluntários poderiam ter deslocado o braço do plano sagital, mesmo porque não houve qualquer preocupação em controlar esta variável.

Outra hipótese que poderia ser sugerida é a de que a porção posterior tenha agido como estabilizadora (SCHEVING & PAULY, 1959) quando o braço esteve em maiores amplitudes de elevação. BASMAJIAN & BAZANT (1959) refutam a tese de que o deltóide é um fixador da cabeça do úmero na cavidade glenóide e de que a porção anterior estabiliza a articulação. Entretanto, aceitam que a posterior poderia, em algumas situações, desempenhar esta função.

Seria também possível ter existido uma função antagônica do feixe posterior (DUCHENNE, 1867 e COMTET & AUF-

FRAY, 1970), agindo como adutor nas amplitudes maiores da elevação do braço. Particularmente, aceitamos ter existido desvio lateral ou medial do braço, alterando, assim, a atividade da porção posterior do deltóide. Entretanto, é evidente a necessidade de se estudar com mais detalhes este problema.

EXTENSÃO

Os músculos trapézio e deltóide, na volta do braço à posição de repouso após a flexão, se comportaram de forma semelhante ao movimento de adução. As porções musculares que agiram na flexão, voltaram a agir na extensão, apresentando um perfil eletromiográfico decrescente do início para o final do movimento.

FREITAS (1979 e 1985) analisou as três porções do trapézio e BÜLL (1982), a superior no movimento de extensão do braço e concluíram que a função deste músculo é a de atuar no movimento das estruturas ósseas na sua volta à posição de repouso. As nossas observações dos registros eletromiográficos nos levam a concordar com esta hipótese. As ações evidenciaram contrações excêntricas e decrescentes até atingirem o silêncio elétrico.

HIPEREXTENSÃO

A porção média do trapézio e a posterior do deltóide apresentaram um perfil eletromiográfico definido de atividade. O deltóide posterior é o motor principal do movimento, enquanto que a função do trapézio médio é a de retrair a escápula. Esta retração será tanto mais acentuada quanto maior for a amplitude da hiperextensão.

YAMSHON & BIERMAN (1948) encontraram potenciais fracos para a porção superior e fortes para a média do trapézio na hiperextensão, enquanto que LU (1965) e FREITAS (1979) registraram atividade forte para a porção média. Entretanto, SUGAHARA (1974) observou que todas as porções do trapézio eram ativas.

Confrontando os dados existentes na literatura com os nossos, verifica-se que há concordância em que o trapézio médio é efetivamente ativo. No entanto, para as outras porções deste músculo, existem resultados discrepantes.

Em nosso experimento registramos potenciais fracos para o trapézio inferior, enquanto que YAMSHON & BIERMAN (1948) e LU (1965), trabalhando com eletrodos de superfície não registraram atividade. SUGAHARA (1974), utilizando eletrodos de fio, notou que todas as porções eram ativas.

Realmente, fica difícil interpretar resultados tão variados. Talvez pudéssemos pensar nas hipóteses de serem alguns métodos mais sensíveis do que outros, de estar havendo outros movimentos concomitantes, de estarem os eletrodos captando potenciais de outros músculos, etc.

Para explicarmos a atividade do trapézio em nosso trabalho, admitimos poder comparar a hiperextensão com o movimento de retração dos ombros. Quando estudamos a retração, observamos que a porção média, seguida da inferior, foi a responsável pelo movimento, e ainda, quando havia elevação involuntária do ombro, a superior também agia. Na hiperextensão do braço é razoável aceitar que a escápula deve ser retraída para que o braço se mova mais livremente. Esta retração é função primordial da porção média, seguida pela inferior. A intensidade de atividade deve ser proporcional à amplitude da hiperextensão, explicando assim a menor participação da porção inferior do trapézio.

No músculo deltóide também existem alguns dados conflitantes. Por exemplo, YAMSHON & BIERMAN (1949) registraram potenciais para as três porções do deltóide, sendo fracos, moderados e fortes, respectivamente, para os feixes anterior, médio e posterior. LU (1965) e SUGAHARA (1974) observaram atividade nas porções média e posterior, enquanto que, em nosso trabalho, todos os voluntários apresentaram forte ação na porção posterior e apenas 5 casos com ação fraca na média.

Parece-nos não ser possível a atividade preconizada por YAMSHON & BIERMAN (1949) para a porção anterior. Podemos tentar justificar este posicionamento comparando a hiperextensão com a oscilação pendular, que será descrita com maiores detalhes posteriormente. Na oscilação pendular, temos uma flexão parcial do braço, a extensão e a hiperextensão. Durante a flexão o motor primário é o deltóide anterior e o posterior se relaxa, na hiperextensão se inverte esta ação. Por

tanto, não nos parece lógica a atividade da porção anterior na hiperextensão.

Quanto ao surgimento inconstante de atividade na porção média, podemos pensar nas alternativas de estar o eletrodo mais próximo da porção posterior, um relacionamento com uma maior amplitude no movimento ou ainda de estar havendo ligeira abdução simultânea à hiperextensão.

CIRCUNDUÇÃO

Este é um movimento composto de vários outros como flexão, abdução, extensão, hiperextensão e rotação do braço. Compreende ainda uma fase de elevação e outra de abaixamento, podendo considerá-lo com início por uma flexão ou hiperextensão.

Nesta pesquisa analisamos o trapézio e o deltóide com o movimento iniciando-se pela flexão. Os nossos resultados comprovaram uma regularidade no perfil eletromiográfico para todas as porções musculares. Eles são crescentes, coincidindo com a fase de elevação do braço, atingem o máximo de atividade ao passar pelo ponto mais alto da elevação e decrescem até a passagem do braço junto ao corpo, onde se verifica um período de inatividade eletromiográfica, para se dar início a outra circundução.

Como a circundução é um movimento composto de vários outros já analisados por nós, notamos aqui a comprovação do que registramos em cada um dos movimentos isoladamente.

Podemos admitir que as contrações na fase de elevação são do tipo concêntrica e isométrica nas porções que estabilizam a escápula, enquanto que no abaixamento passam a agir excentricamente para repor as estruturas na posição de repouso.

LU (1965) analisou as três porções do trapézio e deltóide simultaneamente, com o movimento sendo realizado nos dois sentidos, anti-horário e horário. O perfil eletromiográfico observado por este pesquisador é semelhante ao que nós encontramos. Com o movimento iniciando-se pela flexão, a ação do deltóide começa pela porção anterior, média e posterior, respectivamente, invertendo-se no outro sentido. No trapézio, a atividade se inicia pela porção superior, média e inferior, enquanto que no sentido inverso o início é pela porção média, seguida pela superior e inferior.

Analisando os trabalhos existentes na literatura, verificamos que FREITAS (1979), estudando o trapézio médio e BÜLL (1982), observando o superior, encontraram registros eletromiográficos idênticos aos achados por LU (1965). Os nossos resultados concordam com os destes autores. Entretanto, em relação ao início e término da atividade de cada porção com as demais, não podemos fazer qualquer inferência, apenas podemos supor que seja a mesma ordem observada por LU (1965).

OSCILAÇÃO PENDULAR

Este movimento foi analisado com o voluntário em posição estática, imitando aproximadamente a oscilação do braço na deambulação.

O trapézio superior agiu com atividade que variou de fraca a moderada em 13 voluntários. Esta ação ocorreu na fase de flexão do braço, concomitantemente com o deltóide anterior. A porção média agiu com intensidade fraca e moderada na maioria dos casos, na fase de hiperextensão do braço. Entendemos como lógica esta função da porção média, pois existe necessidade da escápula ser retraída a fim de facilitar a movimentação do braço. Na fase de flexão, ao contrário, a escápula tem um movimento de translação para a frente, ao redor do tórax e, teoricamente, o trapézio médio tem que se relaxar. Estas duas funções da porção média já estudamos nos movimentos de retração dos ombros e flexão do braço. A porção inferior atuou em 8 casos na fase de flexão, simultaneamente com a porção superior e contrariamente ao deltóide posterior, que agiu na hiperextensão. FREITAS (1985) também chegou a este resultado, quando comparou as ações das porções superior e inferior, afirmando que estas atuam na fase de flexão.

Sobre esta inconstância de atividade na porção inferior do trapézio, podemos aventar a hipótese de estar relacionada com a necessidade de estabilização da escápula, quando a fase de flexão é muito ampla. O movimento, como vimos, foi realizado de forma voluntária, isto é, era imitado o balanceamento do braço da deambulação normal. Portanto, como a

flexão é livre e ampla, e os voluntários não sendo treinados, é possível ter existido maior ou menor amplitude no balanço do braço, fazendo surgir potenciais no trapézio inferior. Mas daí pode-se perguntar por que esta porção não agiu na fase de hiperextensão, sendo que o fez no movimento de retração? A explicação estaria também relacionada com a amplitude do movimento. Na fase de hiperextensão da oscilação, não é necessário que a escápula seja retraída em demasia, porque naturalmente esta já é de pouca amplitude, não sendo necessária a interferência do trapézio inferior.

Quanto ao músculo deltóide, apresentou-se ativo com sua porção anterior na fase de flexão e com a posterior na hiperextensão. Na porção média tivemos 8 casos com potenciais fracos e moderados, coincidindo com a ação do deltóide anterior.

BALLESTEROS *et alii* (1965) acreditaram ser esta atividade no deltóide médio decorrente de uma ligeira abdução do braço. Nós, particularmente, aceitamos esta possibilidade, mas não descartamos a de que a porção média possa ser ativa em movimentos de amplitudes maiores, mesmo porque o deltóide médio é o motor primário da flexão, como já vimos anteriormente.

ROTAÇÃO LATERAL

Os músculos trapézio e deltóide evidenciaram inatividade neste movimento. Apenas 2 casos no trapézio médio e inferior foram ativos, entretanto, o perfil eletromiográfico mostrou-se irregular e indefinido.

LU (1965) estudou simultaneamente os músculos trapézio, deltóide e serrátil, registrando atividade nas porções média e inferior do trapézio, enquanto o deltóide permaneceu inativo. THOM (1965) também afirmou ser ativa a porção média e a superior, aumentando sua atividade à medida que o braço girava. GUAZZELLI FILHO (1986) comparou a ação das três porções do trapézio na rotação do braço, com antebraço estendido e flexionado em 90^{o}. Na primeira forma de execução este pesquisador não observou atividade, porém, na segunda as porções média e inferior evidenciaram ação crescente. Entretanto, o autor não analisa com detalhes esta variação. Por outro lado, FREITAS (1979) concluiu o oposto, afirmando que o trapézio médio pouco agia na rotação lateral, mesmo com o acréscimo de resistência.

Em nosso experimento, todos os voluntários realizaram a rotação lateral com o antebraço estendido, antes de flexioná-lo. Nenhum dos casos apresentou-se ativo com antebraço estendido e não temos uma explicação plausível para a ocorrência de dois casos ativos para o trapézio médio e inferior, quando o antebraço foi flexionado. Analisando cuidadosamente os registros, não chegamos a concluir que tais atividades pudessem confirmar os resultados de LU (1965), THOM (1965) e

GUAZZELLI FILHO (1986). Talvez existam problemas metodológicos, pois várias formas para captação dos potenciais foram utilizadas nestes trabalhos.

Uma outra possibilidade a ser aventada é a de que a flexão do antebraço tenha agido como resistência a ser vencida, ou mesmo que tenha aumentado a amplitude da rotação. Particularmente, não acreditamos que exista necessidade da escápula ser retraída para facilitar a rotação lateral do braço.

Quanto à participação do músculo deltóide na rotação lateral do braço, YAMSHON & BIERMAN (1949) captaram, com eletrodos de superfície, potenciais de todas as porções do músculo, não sendo conclusivos apenas para a porção anterior. WERTHEIMER & FERRAZ (1958), na tentantiva de comprovar a hipótese de ser o deltóide rotador medial e lateral, não verificaram tal função. SCHEVING & PAULY (1959) também chegaram à conclusão de que, embora o deltóide sempre atue com uma de suas porções nos movimentos do braço, para a rotação lateral suas fibras são inativas. E finalmente, SUGAHARA (1974), com eletrodos de fio, verificou serem inativas as porções do deltóide, estabelecendo o infraespinhal e o redondo menor como rotadores laterais do braço.

Os livros textos de cinesiologia (STEINDLER, 1955; WELLS, 1971; KELLEY, 1971 e RASCH & BURKE, 1977) trataram a porção posterior do deltóide como rotadora lateral, no entanto nossos resultados contradizem estes autores e também YAMSHON & BIERMAN (1949). Nós não constatamos atividade no músculo deltóide em nenhum dos casos.

ROTAÇÃO MEDIAL

Predominou a inatividade nos músculos trapézio e deltóide para o movimento de rotação medial. Apenas 3 voluntários evidenciaram atividade moderada na porção média do trapézio e 2 na inferior. O perfil eletromiográfico foi irregular e indefinido.

Revisando a literatura, encontramos o estudo de THOM (1965), o qual notou forte ação da porção inferior do trapézio, enquanto a média e superior pouco atuavam; GUAZZELLI FILHO (1986), que observou uma atividade constante nas três porções do músculo durante todo o movimento. Por outro lado, LU (1965), SUGAHARA (1974) e FREITAS (1979) não observaram atividade no trapézio, mesmo quando se usou de resistência contra a rotação.

O único detalhe que nos chama atenção no trabalho de THOM (1965) é a utilização de 12 eletrodos de agulha colocados no músculo, enquanto LU (1965) usou de superfície, SUGAHARA (1974) de fios, FREITAS (1979) de agulha e GUAZZELLI FILHO (1986) superfície e agulha.

A nosso ver, a única atividade que poderia ocorrer com a escápula na rotação do braço seria uma translação. Entretanto, esta ocorreria apenas se a amplitude da rotação fosse grande, porém, isto não ocorre porque o antebraço flexionado em 90° limita o movimento ao se encontrar com o abdômen. Na rotação medial com o antebraço estendido, onde parece ser a amplitude maior, também não surgiu nenhuma atividade nas análises que fazíamos.

Portanto, não temos uma explicação lógica para estas atividades esporádicas que observamos no músculo trapézio. E também, pela sua própria disposição anatômica e funcional, não se admite sua ação na rotação medial do braço.

Quanto ao músculo deltóide, apenas um voluntário evidenciou ação na porção anterior e outro na média.

SCHEVING & PAULY (1959) constataram que todas as porções são ativas, YAMSHON & BIERMAN (1949) e LU (1965) detectaram potenciais de ação apenas nas porções média e posterior. WERTHEIMER & FERRAZ (1958) e SUGAHARA (1974) não observaram atividade no deltóide. O que chama atenção é que nos três primeiros estudos foram utilizados eletrodos de superfície e nos dois últimos de agulha e fio, respectivamente. Seria então possível aceitar que estes potenciais, captados por eletrodos de superfície, não eram do deltóide, mas sim de outros músculos envolvidos no complexo ombro-braço.

Os nossos dados não deixam dúvidas sobre a inatividade do deltóide, contrariamente às observações de pesquisadores que usaram eletrodos de outros tipos. Fica a sugestão para novos estudos, de associar várias formas de captação de potenciais musculares.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

- na elevação dos ombros, a porção superior do trapézio é motora principal, enquanto que na média existe um componente também elevador. A porção inferior e o deltóide são inativos neste movimento;
- no abaixamento dos ombros, as porções do trapézio que o elevaram, agem excentricamente regulando a volta das escápulas até a posição de repouso;
- na retração dos ombros, as porções média e inferior do trapézio são motoras primárias. A porção superior e o deltóide são inativos.
- na protração dos ombros, os músculos trapézio e deltóide são inativos;

- na abdução do braço, o trapézio e o deltóide agem sinergicamente com suas três porções. O trapézio eleva, roda e estabiliza a escápula, enquanto o deltóide é elevador primário do braço;
- na adução do braço, o trapézio e o deltóide agem excentricamente, regulando o retorno da escápula e do braço à posição de repouso;
- na flexão do braço, a porção superior do trapézio eleva a escápula, enquanto que a média e a inferior são estabilizadoras. A porção anterior e média do deltóide são as flexo-primárias e a posterior só age no final do movimento;
- na extensão do braço, o trapézio e o deltóide regulam a volta do braço à posição de repouso;
- na hiperextensão do braço, a porção superior do trapézio não tem função, a média retrai a escápula para facilitar o movimento do braço e a inferior é estabilizadora. A porção posterior do deltóide é a motora principal, a média e a anterior não agem;
- na circundução do braço, o trapézio e o deltóide agem com todas suas porções, em tempos diferentes. Eles apresentam atividade crescente na elevação e decrescente no abaixamento.
- na oscilação pendular do braço, as porções superior e inferior do trapézio, anterior e média do deltóide agem na fase de flexão. A porção média do trapézio e posterior do deltóide na fase de hiperextensão;
- na rotação lateral e medial do braço, os músculos trapézio e deltóide são inativos.

RESUMO

As três porções dos músculos trapézio e deltói de direitos foram analisados eletromiograficamente, com a utilização de eletrodos de agulha, em 16 voluntários do sexo masculino, nos seguintes movimentos dos ombros: elevação, abaixamento, retração e protração; e do braço: abdução, adução, flexão, extensão, hiperextensão, circundução, oscilação pendular, rotação lateral e medial.

Todas as porções dos dois músculos foram ativas na abdução, adução e circundução do braço; no último movimento a atividade foi crescente na fase de elevação e decrescente no abaixamento.

A porção superior do trapézio foi ativa na elevação e abaixamento dos ombros; na flexão, extensão e na fase de flexão da oscilação pendular do braço. A porção média foi ativa na retração dos ombros, flexão, extensão, hiperextensão e na fase de hiperextensão da oscilação pendular do braço. A

porção inferior foi ativa na retração dos ombros, flexão, extensão, hiperextensão e na fase de hiperextensão da oscilação pendular do braço.

A porção anterior do deltóide foi ativa na flexão, extensão e na fase de flexão da oscilação pendular do braço. A porção média foi ativa na flexão e extensão do braço e a posterior, na hiperextensão e na fase de hiperextensão da oscilação pendular do braço.

SUMMARY

Each of the three portions of the right trapezius and deltoid muscles of sixteen male volunteers were analysed eletromyographically, using needle eletrodes, in the following movements: elevation, lowering, retraction, and protraction of the shoulders; and abduction, aduction, flexion, extension, hiperextension, circunduction, pendular oscilation, lateral and medial rotation of the arm.

All portions of both muscles were active in arm abduction, aduction and circunduction. In the latter, the activity increased in the elevation phase and decreased in the lowering phase.

The upper portion of trapezius was active in the elevation and lowering of the shoulders, flexion, extension and flexion phase of the pendular oscilation of the arm. The middle portion showed activity in the retraction of the shoulders, flexion, extension, hiperextension and hiperexten

sion phase of the pendular oscilation of the arm. The lower portion was active in the shoulders retraction, flexion, extension, hiperextension and hiperextension phase of the pendular oscilation of the arm.

The anterior portion of deltoid was active in the flexion, extension and the flexion phase of the pendular oscilation of the arm. The middle portion showed activity in the flexion and extensio f the arm; the posterior one was active in the hiperextension and the hiperextension phase of the pendular oscilation of the arm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLESTEROS, M.L.F.; BUCHTHAL, F.; ROSENFALCK, P. The pattern of muscular activity during the arm swing of natural walking. **Acta physiol. scand., 63:** 296-310, 1965.

BASMAJIAN, J.V. The upper limb. In: _____. **Muscles alive**; their functions revealed by electromyography. 4. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1978. cap. 10, p. 189-212.

_____. Electromyography. Dinamic gross anatomy: a review. **Amer. J. Anat., 159:** 245-60, 1980.

BASMAJIAN, J.V. & BAZANT, F.J. Factors preventing downward dislocation of the adducted shoulder joint. An electromyographic and morphological study. **J. Bone Jt.Surg., 41A** : 1182-6, 1959.

BEARN, J.G. An electromyographic study of the trapezius, deltoid, pectoralis major, biceps and triceps muscles, during static loading of the upper limb. **Anat. Rec., 140:** 103-7, 1961.

BÜLL, M.L. Estudo eletromiográfico dos músculos trapézio (porção superior) e elevador da escápula em movimentos do ombro, braço e cabeça e em testes com carga estática. Piracicaba, 1982. 110p. (Tese-Mestrado-Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Universidade Estadual de Campinas).

COMTET, J.J. & AUFFRAY, Y. Physiologie des muscles élévateurs de lépaule. **Rev. Chirurg. Orthop., 56:** 105-17, 1970.

DUCHENNE, G.B. **Physiology of motion.** Philadelphia, J.B. Lippincott, 1949. Trans. by E.B. Kaplan from the original "Physiologie des mouvements demonstrée à l'aide de l'experimentation electrique et de l'observation clinique et applicable à l'etude des paralysies et des deformatious". 1867.

FREITAS, V. Análise eletromiográfica das ações conjugadas dos músculos trapézio e romboide maior. Botucatu, 1979. 103p. (Tese-Livre Docência-Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho").

FREITAS, V. Análise eletromiográfica sobre as ações do músculo trapézio (porção superior e inferior) em movimentos do ombro e braço. Campinas, Depto. de Anatomia, Universidade Estadual de Campinas, 1985. 34p. (Relatório de Pesquisa).

GUAZZELLI FILHO, J. Estudo eletromiográfico do músculo trapézio em movimentos livres do ombro e braço. São Paulo, 1986. (Tese-Doutoramento-Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo).

INMAN, V.T.; SAUNDERS, J.B.C.M.; ABBOTT, L.C. Observations on the function of the shoulder joint. **J. Bone Jt. Surg.**, 26: 1-30, 1944.

ITO, N. Electromyographic study of shoulder joint. **J. Jap. Orthop. Ass.**, **54**: 1529-40, 1980.

JONES, D.S.; BEARGIE, R.J.; PAULY, J.E. An electromyographic study of some muscles of costal respiration in man. **Anat. Rec.**, **117**: 17-24, 1953.

KELLEY, D.L. Shoulder girdle, shoulder joint, arm. In: ____. **Kinesiology**; fundamentals of motion description. New Jersey, Prentice-Hall, 1971. cap. 18, p. 274-89.

LU, K.T. Electromyographical observation on the function of the deltoideus, trapezius and serratus anterior in the shoulder movements. **Acta anat. sin.**, 8: 550-8, 1965.

OKAMOTO, T. A study of the variation of discharge pattern during flexion of the upper extremity. **J. Lib. Arts. Dept.**, Kansay Med. School, **2**: 111-22, 1968.

RASCH, P.J. & BURKE, R.K. **Cinesiologia e anatomia aplicada**; a ciência do movimento humano. 5.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977. p. 171-209.

SCHEVING, L.E. & PAULY, J.E. An electromyographic study of some muscles acting on the upper extremity of man. **Amat. Rec.**, **135**(4): 239-45, 1959.

SHEVLIN, M.G.; LEHMANN, J.F.; LUCCI, J.A. Electromyographic study of the function of some muscles crossing the glenohumeral joint. **Archs. phys. Med.**, **50**: 264-70, 1969.

STEINDLER, A. **Kinesiology of the human body**; under normal and pathological conditions. Springfield, C.C. Thomas, 1955. p. 446-78.

SUGAHARA, R. Electromyographic study on shoulder movements. **Clin. orthop. Surg.**, 6: 92-101, 1974.

THOM, H. Elektromyographische Untersuchungen zur Funktion des M. Trapecius. **Elektro-Med.**, **10**: 65-72, 1965.

TOURNAY, A. & PAILLARD, J. Étude électromyographique de mouvements volontaires et involontaires du cou. **Revue neurol.**, 86: 685-7, 1952.

WELLS, K.F. **Kinesiology**; the scientific basis of human motion. 5.ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1971. p.43, 192-9, 448, 489-95.

WERTHEIMER, L.G. & FERRAZ, E.C.F. Observações eletromiográficas sobre as funções dos músculos supra-espinhal e deltóide nos movimentos do ombro. **Folia Clin. Biol., 28:** 276-89, 1958.

WIEDENBAUER, M.M. & MORTENSEN, O.A. An electromyographic study of the trapezius muscle. **Amer. J. phys. Med., 31:** 363-71, 1952.

YAMSHON, L.J. & BIERMAN, W. Kinesiologic electromyography. II. The trapezius. **Archs. phys. Med., 29:** 647-51, 1948.

_____. Kinesiologic electromyography. III. The deltoid. **Archs. phys. Med., 30:** 286-9, 1949.