

ARTIGO ORIGINAL

ELETROMIOGRAFIA DE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS: UM ESTUDO PILOTO

Antônio Carlos Stringhini Guimaraes * e
Luiz Antonio Barcellos Crescente * *
Laboratório de Pesquisa do Exercício
Escola Superior de Educação Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

* Professor Assistente do Departamento de Ginástica e Recreação

* * Professor Estagiário do Lapex

RESUMO

GUIMARÃES, A.C.S. e CRESCENTE, L.A.B. *Eletromiografia de exercícios abdominais: um estudo piloto. Rev. Bras. Ciências Esporte, Vol. 6, nº 1, pp 110-116, 1984*

Foi estudada, através de eletromiografia, a atividade do músculo reto femoral e das regiões musculares abdominais infra e supra-umbilical, em 11 exercícios abdominais executados por 5 alunos de educação física. Para a obtenção e registro dos sinais eletromiográficos, foi utilizado um fisiógrafo com sistema de registro do tipo que utiliza pena e tinta. Foram utilizados eletrodos de superfície com monitorização bipolar. Procedeu-se uma análise qualitativa dos eletromiogramas, utilizando-se como parâmetro de avaliação a amplitude dos sinais. Os sinais evidenciaram, nitidamente, menor atividade para o reto femoral no exercício de flexão gradativa da coluna vertebral (a partir da região cervical), em decúbito dorsal com as coxas na vertical e as pernas repousando sobre uma cadeira, seguido simultaneamente do exercício abdominal de elevação do tronco, a partir da posição de decúbito dorsal (joelhos em extensão e sem fixação dos pés) e, deste mesmo exercício, porém com os joelhos em flexão. Os exercícios que apresentaram maior atividade do reto femoral foram os realizados na prancha inclinada. Com relação ao músculo grande reto do abdômen, os resultados sugeriram, em 3 dos 5 casos estudados, maior atividade das regiões infra e supra-umbilical para o exercício canivete. Outros resultados não se apresentaram consistentes, sugerindo que diferentes indivíduos podem executar um mesmo exercício com diferente predominância dos músculos envolvidos.

Unitermos: eletromiografia, análise qualitativa, exercícios abdominais.

INTRODUÇÃO

O grupo de músculos abdominais constitui-se de grande relevância ao ser humano pelo seu envolvimento em diferentes funções. Segundo Galopin (3), os músculos abdominais influem em aspectos relacionados com a digestão, sustentação, respiração e estética. Por estas razões, programas de condicionamento físico incluem usualmente exercícios que visam ao fortalecimento da musculatura abdominal. Desta forma, é necessário ao professor de educação física uma familiarização com a diversidade de exercícios abdominais existentes, fundamentalmente, com os níveis de exigência dos grupos musculares envolvidos nestes exercícios. O envolvimento de diferentes músculos em atividades motoras pode ser estudado através da eletromiografia. Por exemplo, Ikai et alli (5) estudaram a participação de vários músculos em movimentos característicos do judô, enquanto Piette e Clarys (10) estudaram a participação de músculos nos movimentos do nado "crawl". A atividade elétrica da musculatura abdominal em exercícios abdominais tem sido investigada por autores como Flint e Gudgell (2), Gutin e Lipetz (4) e Lipetz e Gutin (8). Alguns resultados destes estudos, entretanto, são conflitantes. Por exemplo, Gutin e Lipetz (4), estudando 10 exercícios abdominais, encontraram pequena atividade das regiões abdominais infra e supra-umbilical para o exercício canivete, enquanto Flint e Gudgell (2), estudando 17 exercícios, classificaram este mesmo exercício como de grande atividade abdominal. Sabe-se, ainda, que vários exercícios abdominais solicitam também a participação do grupo de músculos flexores da articulação coxo-femoral. É corrente, em educação física, que alguns tipos de exercícios abdominais reduzem ou mesmo eliminam a participação dos flexores da coxo-femoral. Quais, no entanto, os exercícios abdominais que limitam de forma mais

acentuada o envolvimento dos flexores da coxo-femural ? Kendall et alli (7), por exemplo, demonstram que mesmo indivíduos que conseguem executar exercícios abdominais com os pés fixos ao solo podem apresentar debilidade da musculatura abdominal. Estes autores sugerem, desta forma, que em função da fixação dos pés estes indivíduos são bem sucedidos nestes exercícios, em função da ação dos fortes músculos da coxo-femural. Quando o objetivo a ser alcançado é o fortalecimento dos músculos abdominais, torna-se desinteressante a prática de exercícios que se caracterizam por grande atividade dos flexores da coxo-femural.

Em se tratando de exercícios abdominais, o ideal seria que se dispusesse de um considerável número de exercícios listados em ordem quanto ao seu nível de exigência dos músculos abdominais e flexores da coxo-femural. De posse desta informação, o professor de educação física estaria apto a escolher exercícios adequados às suas necessidades. Estudo com este enfoque foi conduzido por Gutin e Lipetz (4), voltado, no entanto, apenas para a musculatura abdominal. Ocorre, entretanto, que

naquele estudo, a velocidade angular de execução dos exercícios analisados não foi padronizada. Assim, esta variável poderia ter interferido nos resultados encontrados, conforme o registro dos próprios autores. Portanto, parecem existir ainda lacunas a serem preenchidas nesta área de pesquisa.

O objetivo deste trabalho foi conduzir um estudo piloto visando a avaliar a atividade elétrica dos músculos grande reto do abdomen e reto femural, através de registros eletromiográficos obtidos em 11 exercícios abdominais.

MATERIAL E MÉTODOS

Exercícios Executados

Os exercícios executados foram selecionados propositalmente, sendo classificados nos quatro grupos apresentados nas figuras 1 até 4. Os três primeiros grupos são mencionados por Melo (9), tendo sido originalmente adotados por Alcazar. O quarto grupo foi estabelecido por conveniência deste estudo.

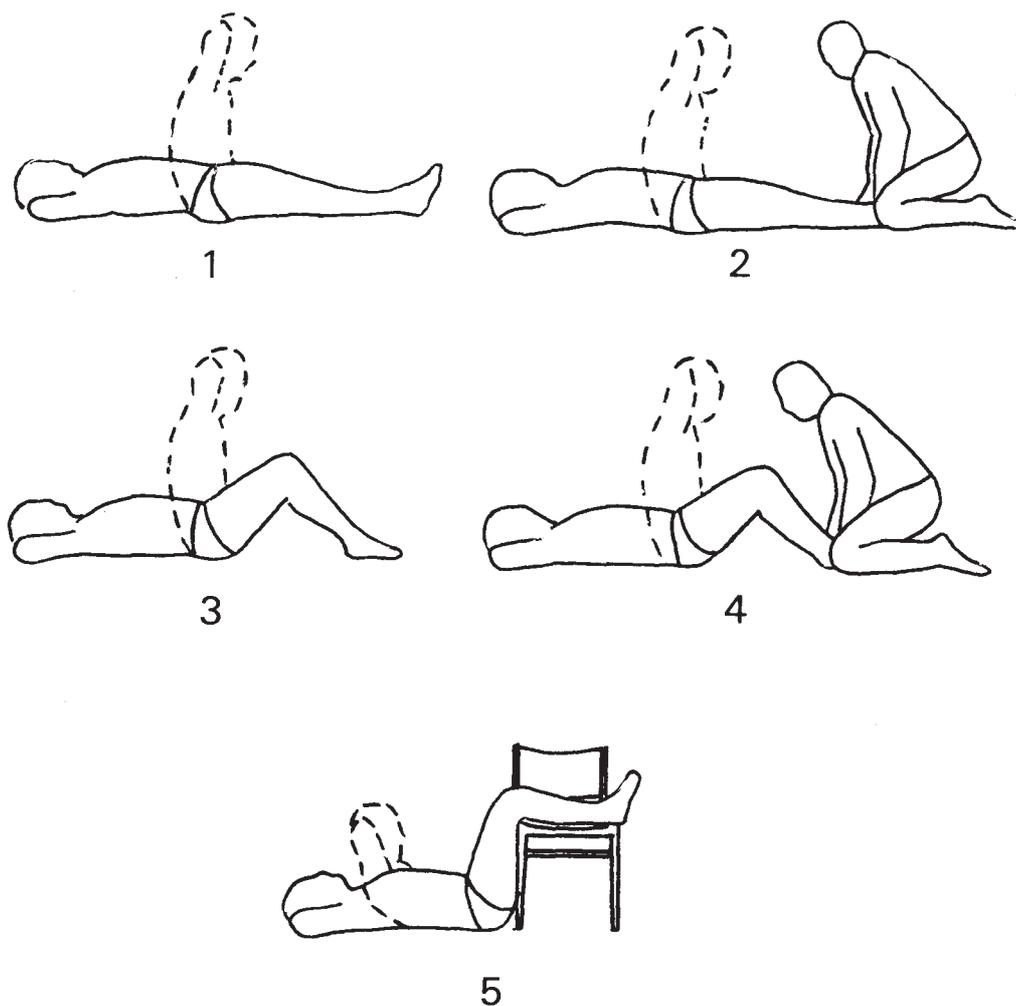


Figura 1. Exercícios do grupo 1. Movimento da região superior do corpo em relação aos membros inferiores.

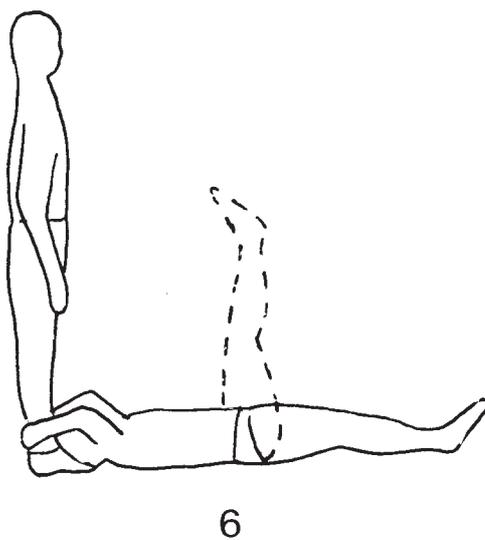


Figura 2. Exercícios do Grupo II. Movimento dos membros inferiores em relação à região superior do corpo.



Figura 3. Exercícios do Grupo III. Movimento simultâneo da região superior do corpo e membros inferiores

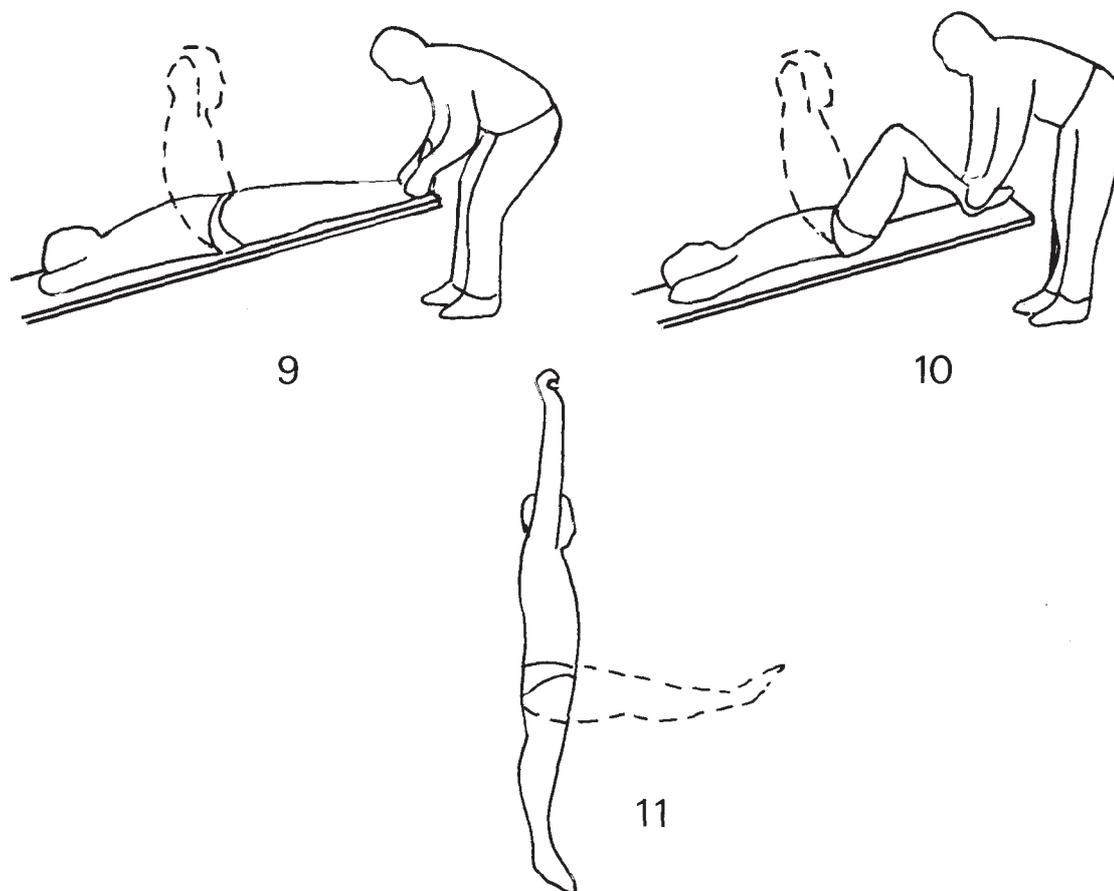


Figura 4. Exercícios do Grupo IV. Prancha Inclínada e barra fixa. (obs.: no exercício 11 o quadril do executante era mantido fixo através do auxílio de um companheiro.

Músculos Estudados

A atividade dos músculos abdominais envolvidos nos exercícios estudados foi feita com base no registro eletromiográfico do grande reto do abdômem. Este músculo foi selecionado devido ao seu grande envolvimento na flexão da coluna vertebral, a partir da posição em decúbito dorsal. O músculo grande reto do abdômem foi monitorizado em suas porções infra e supra-umbilical, do lado direito do indivíduo. A atividade dos músculos flexores da articulação coxo-femural, foi feita com base no registro eletromiográfico do reto femoral. Este músculo foi selecionado, em detrimento de outros com ação semelhante, em virtude, de se localizar na camada muscular superficial. Segundo Basmajian (1), o grupo de músculos psoas-ilíaco dificulta o registro de sua atividade elétrica através de eletrodos de superfície, pois se localiza na camada muscular profunda. Nestes casos, se-

ria indicado o uso de eletrodos de profundidade, o que se constitui em procedimento traumático, portanto preferido neste estudo. O músculo reto femoral foi monitorizado na sua estrutura mais proeminente, na linha média de seu terço médio, no segmento do lado direito do indivíduo.

Instrumentação

Para a obtenção e registro dos sinais eletromiográficos foram utilizados três canais de um fisiógrafo de seis canais com sistema de registro do tipo que utiliza pena e tinta (Narco Bio Systems, Inc. Houston, Texas, EUA). Foi utilizado sistema bipolar de monitorização que, segundo Kelley (6), adequa-se ao registro da atividade elétrica da região muscular que se localiza sob e entre a região monitorizada. Para cada região estudada foram utilizados dois eletrodos destinados a captarem o sinal

eletromiográfico, os quais foram colocados encostados um ao outro, nas regiões descritas anteriormente. Um terceiro eletrodo, o terra, foi utilizado para cada região estudada. Os eletrodos terra das regiões infra e supra-abdominal foram colocados sobre as cristas-ílicas antero superiores dos lados direito e esquerdo do indivíduo, respectivamente, enquanto o eletrodo terra do reto femural foi colocado sobre o maléolo medial do membro inferior do lado direito do indivíduo. A calibragem do equipamento foi estabelecida de maneira a proporcionar deslocamentos das penas do fisiógrafo que fossem suficientemente grandes para que se pudessem proceder uma análise qualitativa, conquanto necessassem dentro da capacidade de registro de cada canal. A velocidade do papel durante a coleta de dados foi .5 cm/s.

Coleta de Dados

Foram utilizados 5 indivíduos, todos alunos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Todos os indivíduos apresentavam boa definição anatômica dos músculos estudados. A velocidade angular média de execução dos exercícios foi estabelecida em aproximadamente 90° /s, para o que foi utilizado um metrônomo. Os segmentos corporais utilizados como referência para a observância do deslocamento angular em cada exercício podem ser vistos nas figuras 1 até 4. Cada indivíduo executou quatro movimentos de cada exercício, sendo a ordem de execução a mesma apresentada nas figuras 1 até 4. Visando a não interferência da fadiga muscular como parâmetro interviniente, foi observado um intervalo de 3 minutos entre a execução de um exercício e de seu subsequente. Além desta precaução, ao término da execução dos onze exercícios, cada indivíduo repetia o primeiro exercício. Assim, foi possível realizar uma comparação dos registros eletromiográficos do mesmo indivíduo, executando o mesmo exercício, no início e no fim da coleta de dados. Com a monitorização mantida inalterada durante todo o processo de execução dos exercícios, a atividade elétrica muscular ao início e ao término da coleta de dados para cada indivíduo, deveria ser semelhante para o mesmo exercício, desde que não tivesse havido interferência da fadiga muscular. Segundo Kelley (6), a fadiga muscular constitui-se em um fator que se reflete na atividade elétrica de um músculo.

Análise Qualitativa

A análise dos registros eletromiográficos foi procedida na forma qualitativa, utilizando-se como parâmetro de avaliação a amplitude do sinal em cada um dos quatro movimentos de cada exercício. Não foram realizadas comparações entre a atividade das regiões infra e supra-umbilical do grande reto do abdome com a atividade do reto femural, assim como não foram realizadas, entre si, comparações entre a atividade das regiões abdominais infra e supra-umbilical. Comparações desta natureza, ou

seja, entre a atividade registrada em diferentes canais do fisiógrafo, implicam em problemas técnicos decorrentes dos diferentes níveis de impedância e da colocação dos eletrodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados será feita, inicialmente, abordando-se cada grupo de exercícios separadamente, seguida de uma comparação entre os quatro grupos de exercícios estudados.

Entenda-se por região superior do corpo, o tronco, cabeça e membros superiores:

Grupo I (movimento da região superior do corpo em relação aos membros inferiores)

Os resultados encontrados neste grupo sugerem que nos exercícios em que existe a fixação dos pés (n^{os} 2 e 4) há um aumento da atividade do reto femural, em relação aos exercícios em que os pés são deixados soltos (n^{os} 1 e 3).

Parece existir semelhança entre a atividade do reto femural no exercício com os joelhos flexionados e os pés soltos (n^o 3), com o exercício com os joelhos estendidos e os pés soltos (n^o 1). Ainda em relação à atividade do reto femural, o exercício em que se utilizou uma cadeira para o apoio das pernas (n^o 5) foi o que nitidamente apresentou menor atividade entre todos os que compõem este grupo. Com referência à atividade das regiões infra e supra-umbilical do grande reto do abdome, dois aspectos foram sugeridos pelos resultados. Parece existir semelhança entre a atividade abdominal infra-umbilical do exercício com os joelhos estendidos e os pés soltos (n^o 1), com o exercício com os joelhos estendidos e os pés fixos (n^o 2), o mesmo sendo observado para a região abdominal supra-umbilical. A mesma tendência foi observada para a atividade infra-umbilical entre o exercício com os joelhos flexionados e os pés soltos (n^o 3) e o exercício com os pés fixos e joelhos flexionados (n^o 4), o mesmo sendo observado para a região abdominal supra-umbilical.

Grupo II (movimento dos membros inferiores em relação à região superior do corpo)

Por se constituir de apenas um exercício, os resultados deste grupo serão descritos em relação aos resultados observados para o grupo I, para que se possa ter parâmetros de comparação. Em relação à atividade do reto femural, foi verificado existir semelhança entre a atividade registrada no exercício de elevação dos membros inferiores (n^o 6, grupo II), com os exercícios do grupo I, em que os pés são mantidos fixos (n^{os} 2 e 4).

A segunda observação passível de registro sugere existir certa semelhança da atividade abdominal infra-umbilical do exercício de elevação dos membros inferiores (n^o 6, grupo II), com aquela dos exercícios que compõem o grupo I. Não foi possível detectar nenhuma ten-

dência entre a atividade abdominal supra-umbilical do exercício deste grupo com aquela dos exercícios que compõem o grupo I.

Grupo III (movimento simultâneo da região superior do corpo e membros inferiores)

Neste grupo de exercícios, foi observada de forma sugestiva, maior atividade do reto femural no exercício canivete (nº 7) do que no exercício rema-rema (nº 8). Foi observado, ainda, existir uma tendência à uma maior atividade das regiões abdominais infra e supra-umbilical no exercício canivete (nº 7) do que no exercício rema-rema (nº 8).

Grupo IV (exercícios na prancha inclinada e barra fixa)

Neste grupo, os resultados mostram uma tendência à maior atividade do reto femural nos exercícios realizados na prancha inclinada (nºs 9 e 10) do que no exercício realizado na barra fixa (nº 11).

Com relação às regiões abdominais infra e supra-umbilical, os resultados se mostraram inconsistentes, não tendo havido qualquer tendência a favor de um dos exercícios do grupo. Uma comparação dos exercícios realizados na prancha inclinada, com o tradicional rema-rema (nº 8, grupo III), evidenciou nitidamente a maior atividade do reto femural nos dois exercícios na prancha inclinada do que no rema-rema. Por outro lado, os resultados sugerem pequena diferença na atividade das regiões abdominais infra e supra-umbilical a favor dos exercícios na prancha inclinada, quando comparados ao rema-rema. Este resultado é, de certa forma, curioso, considerando-se que talvez se atribua aos exercícios na prancha inclinada um nível de dificuldade consideravelmente maior do que no rema-rema, no que se refere a atividade abdominal. Parece, no entanto, que o grande nível de dificuldade dos exercícios na prancha inclinada seja primariamente devido à grande atividade que estes exercícios exigem do reto femural (e dos demais flexores desta articulação não estudados neste trabalho), e não essencialmente devido à maior atividade abdominal.

Comparações entre Grupos

Em se tratando de uma comparação entre os onze exercícios estudados, o ideal seria que fosse possível listá-los em ordem, quanto à atividade elétrica de cada região muscular estudada. Fatores como o pequeno número de indivíduos estudados, a não quantificação dos resultados e a inconsistência de alguns resultados, entretanto, dificultaram esta tarefa. Os resultados permitiram, apenas, que se listasse um ou, no máximo, dois exercícios que apresentaram menor ou maior atividade das regiões musculares estudadas como segue:

Menor atividade do reto femural

- 1º) Exercício do grupo I (nº 5) que utilizou uma cadeira para o apoio das pernas.
- 2º) Exercícios do grupo I (nºs. 1 e 3) com os pés soltos.

Ambos os resultados foram observados nos 5 casos estudados.

Maior atividade do reto femural

- 1º) Exercícios do grupo IV (nºs 9 e 10) na prancha inclinada.

Resultado observado em 4 dos 5 casos estudados.

Menor atividade abdominal infra-umbilical

- 1º) Exercício do grupo I (nº 5) que utilizou uma cadeira para o apoio das pernas.

Resultado sugerido em 3 dos 5 casos estudados

Maior atividade abdominal infra-umbilical

- 1º) Exercício do grupo III (nº 7), canivete.

Resultado sugerido em 3 dos 5 casos estudados.

Menor atividade abdominal supra-umbilical

- 1º) Devido à inconsistência dos resultados, não foi possível identificar o exercício que apresentou menor atividade desta região muscular.

Maior atividade abdominal supra-umbilical

- 1º) Exercício do grupo III (nº 7), canivete.

Resultado sugerido em 3 dos 5 casos estudados.

A partir da inconsistência de alguns dos resultados deste estudo, uma questão pode ser levantada. É possível que tal inconsistência de resultados seja devido ao fato de que, apesar da padronização buscada durante a coleta de dados, diferentes indivíduos conseguem executar um mesmo exercício abdominal com diferente predominância dos músculos envolvidos. Uma resposta a este problema, talvez possa ser obtida, a partir de um estudo que paralelamente ao registro da atividade elétrica de músculos abdominais e flexores da coxo-femural, também se preocupe em identificar parâmetros biomecânicos relevantes à execução de exercícios abdominais. Na realidade, Ricci et alli (11) afirmam que os autores que têm se dedicado a esta área não têm dirigido suas investigações para aspectos biomecânicos e fisiológicos associados à estes exercícios.

AGRADECIMENTO

Os autores gostariam de expressar seus sinceros agradecimentos ao professor Carlos Ernani Macedo pela valiosa contribuição prestada à execução deste estudo.

ABSTRACT

GUIMARÃES, A.C.S. and CRESCENTE, L.A.B. Electromyographic Study of abdominal exercises: A Pilot Study Rev. Bras. Ciências Esporte, Vol. 6, nº 1, pp 110-116, 1984

Electromiography was used to study the activity of the rectus femoris and the infra and supra-umbilical portions of rectus abdominis muscles of 11 abdominal exercises performed by 5 physical education students. Surface electrodes were used in the bipolar configuration. A qualitative analysis was conducted on the basis of

the amplitude of the signal. The results showed clearly the least activity of the rectus femoris for the curl-up exercise with the thighs kept vertically and the legs resting upon a chair, followed simultaneously by a conventional sit-up with straight knees and no strain on the feet, and by this same exercise with flexed knees. The exercises performed in an inclined board showed greatest activity for the rectus femoris. The V-sit exercise showed the greatest activity for the infra and supra-umbilical portions of the rectus abdominis in 3 of the 5 cases studied. Other results did not come out in a consistent manner, suggesting that different individuals might perform a given exercise with different participation of the muscles involved.

Uniterms: *electromyography, qualitative analysis, abdominal exercises.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASMAJIAN, J.V. Muscles alive; their functions revealed by electromyography. Baltimore, William & Wilkins, 1974, 525p.
2. FLINT, M. e GUDGELL, J. Electromyography study of abdominal muscular activity during exercise. *Research Quarterly*, 36:29-37, 1965.
3. GALOPIN, R. Ginástica Corretiva. Rio de Janeiro, Livro Ibero-Americano, 1980, 506 p.
4. GUTIN, B. e LIPETZ, S. An electromyographic investigation of the rectus abdominis in abdominal exercises. *Research Quarterly*, 42(3): 256-263, 1971.

5. IKAI, M.; ASAMI, T.; KAKEKO, M.; SASA, T. e MATSUMOTO, Y. Electromyography studies on the "nage-waza" (throwing techniques) of judo. *Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo Kodokan Report*. 2:97-106, 1963.
6. KELLEY, D.L. Kinesiology; fundamentals of motion description. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1971, 337p.
7. KENDALL, H.O.; KENDALL, F.P. e WADSWORTH, G.E. Músculos, provas e funções. São Paulo, Manole, 1980, 296p.
8. LIPETZ, S. e GUTIN, B. An electromyographic study of four abdominal exercises. *Medicine and Science in Sports*, 2:35-38, 1970.
9. MELO, P.R.B. Os exercícios abdominais e suas implicações na coluna lombar. *Comunidade Esportiva*, (20): 16-19, 1982.
10. PIETTE, G. e CLARYS, J.P. Telemetric EMG of the front crawl movement. In: Terauds, J. e Bedingfield, E.W. (eds.); *Swimming III*. Baltimore, University Park Press, 1979.
11. RICCI, B.; MARCHETTI, M. e FIGURA, F. Biomechanics of sit-up exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13(1): 54-59, 1981.

Endereço dos autores — Authors Address

Antonio Carlos Stringhini Guimarães
 Lab. Pesquisa do Exercício-Escola Sup. Ed. Física
 Univ. Fed. do Rio Grande do Sul
 Rua Felizardo, 750
 90.000 — Porto Alegre — RS
 Brasil