

RÚBEN DE FARIA NEGRÃO FILHO

**ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DAS PORÇÕES
DO M. RECTUS ABDOMINIS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

**PIRACICABA
FOP - UNICAMP
- 1995 -**

N312e

25857/BC

*Supl.
Out. 195*

*Est exemplar foi
devolvido
conforme
Resolução
14 de agosto de 1955
COP/036/83*

RUBEN DE FARIA NEGRÃO FILHO

graji


mt

**ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DAS PORÇÕES
DO M. RECTUS ABDOMINIS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientador : Dr. FAUSTO BÉRZIN - FOP/UNICAMP

**PIRACICABA
FOP - UNICAMP
- 1995 -**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	7/UNICAMP
	N 312 e
V.	312.25.857
PREÇO	433,95
C	1
D	2
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	06/10/95
N.º CPD	

CM-00077815-8

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA FOP - UNICAMP

N312e Negrão Filho, Rúben de Faria
 Estudo eletromiográfico das porções do M.Rectus abdominis / Rúben de Faria Negrão Filho. - Piracicaba, SP : [s.n.], 1995.
 94 f. : il.
 Orientador : Fausto Bérzin.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.
 1. Eletromiografia. 2. Músculos-exercícios. I.Bérzin, Fausto. II.Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III.Título.
 19.CDD 612.74

ÍNDICES PARA CATÁLOGO
 SISTEMÁTICO

1. MÚSCULOS - EXERCÍCIOS

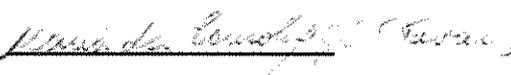
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNICAMP**

A comissão julgadora dos trabalhos de defesa de Tese de Mestrado, em sessão pública realizada em 11 de agosto de 1995, considerou o candidato aprovado.

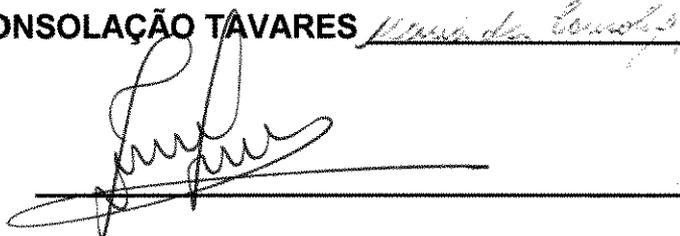
1 - Prof. Dr. FAUSTO BÉRZIN



2 - Prof^a . Dra. MARIA DA CONSOLAÇÃO TAVARES



3 - Prof. Dr. ZENON SILVA



PIRACICABA, 11 de agosto de 1995

DEDICATÓRIA

A meus pais **Rúben Negrão** e **Aparecida Hailler**, que com muito sacrifício e persistência colocaram-nos no caminho do saber.

À **Silvia Helena**, minha esposa e companheira, que me ajudou a acreditar que os limites individuais são apenas obstáculos a serem superados continuamente em nossa vida.

E aos meus filhos **João Vitor** e **Renata**, que apesar dos períodos de ausência, brindaram-me com sorrisos a cada retorno.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Fausto Berzin, Professor Livre Docente do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, que dotado de apurada sensibilidade no trato com seus semelhantes, tem possibilitado o desenvolvimento daqueles que o cercam.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. José Martins Filho, magnífico Reitor da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

Ao Prof.Dr. José Ranali, digníssimo Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Ao Prof.Dr. Frab Norberto Boscolo, digníssimo Coordenador dos Cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Ao Prof.Dr. Alcides Guimarães, digníssimo Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Aos professores do Curso de Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático da Faculdade de Odontologia de Piracicaba : Dr. Alcides Guimarães, Dra. Maria Cecília Ferraz de Arruda e Dr. Carlos Eduardo Pinheiro, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários : Shirley Rosana Sbravatti, Carlos Alberto Feliciano, Mires Cristina Recchia e José Alfredo da Silva, pela colaboração e ajuda dispensada, e pela amizade compartilhada.

Aos colegas do Curso de Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático, em especial ao Marcelo Ricardo Azevedo Dellias pela amizade e companheirismo.

Aos professores : Dra. Sonia Vieira - FOP/UNICAMP e Dr. Mario Hissamitsu Tarumoto - FCT/UNESP, que dispensaram parte de seu precioso tempo na orientação e elaboração dos estudos estatísticos.

Ao professor Pedro Duarte Novaes - FOP/UNICAMP, pela ajuda prestada na documentação fotográfica.

Aos amigos Débora Bevilaqua Grosso, Gilmar da Cunha Souza, Rosana Ono e Zenon Silva, que participaram ativamente nesta etapa de minha vida.

Ao colega de profissão Carlos Eduardo dos Santos Castro, que embora não tenha participado diretamente deste trabalho, tem sido fonte de estímulo na minha vida profissional.

Ao meu sogro Dr. Joaquim Elcio Ferreira, pelo incentivo, confiança e ajuda no trabalho de revisão; e à minha sogra Prof. Glória Vieira Ferreira , pela presença carinhosa e constante em nossa vida.

À CAPES pelo apoio financeiro oferecido durante a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	folha
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
RESUMO	xiii
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DE LITERATURA	05
PROPOSIÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS	44
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
CONCLUSÃO	68
ANEXOS	70
SUMMARY.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras		folha
1	Par de mini-eletrodos de superfície tipo Beckman, com colar adesivo dupla face utilizados para captação e derivação do sinal eletromiográfico.	28
2	Eletromiógrafo VIKING II de oito canais, computadorizado com impressora a jato de tinta, da Nicolet Biomedical Instruments.	29
3	Exemplo de um exame eletromiográfico obtido de uma das porções do M. reto do abdome, empregando o software MVA.	31
4	Exercício nº 1 - enfocando o final do movimento isotônico de flexão do tronco.	33
5	Exercício nº 2 - mostrando o final do movimento de inclinação posterior da pelve. Observe a retificação da lordose na região lombar sobre o divã.	33
6	Exercício nº 3 - mostrando o final do movimento isotônico de flexão do tronco + inclinação posterior da pelve.	34
7	Exercício nº 4 - mostrando o indivíduo sustentado o tronco ereto flexionado a 45°.	35
8	Exercício nº 5 - mostrando os membros inferiores sendo sustentados estendidos com a articulação coxo-femural flexionada a 45°.	36
9	Exercício nº 6 - mostrando o tronco e os membros inferiores sendo sustentados em flexão de 45°. Observe o goniômetro fixado na borda lateral do divã orientando o grau de flexão do movimento.	37
10	Exercício nº 7 - mostrando o final do movimento de sentar-se.	38
11	Mostrando os pares de mini-eletrodos de superfície (tipo Beckman) fixados nas porções superior , média (supra-umbilical) e inferior (infra-umbilical) do M. reto do abdome.	40

Tabelas

1	Valores de F , segundo a porção do M. reto do abdome e o voluntário, para os sete exercícios realizados.	46
2	Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 2 - movimento isotônico de inclinação posterior da pelve.	47
3	Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco flexionado.	47
4	Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores flexionados.	48
5	Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 7 - movimento de sentar.	48
6	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 1 - movimento isotônico de flexão do tronco.	75
7	Análise de variância dos dados da Tabela 6.	75
8	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 2 - movimento isotônico de inclinação posterior da pelve.	76
9	Análise de variância dos dados da Tabela 8.	76
10	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 3 - movimento isotônico de flexão de tronco + inclinação posterior da pelve.	77
11	Análise de variância dos dados da Tabela 10.	77

12	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45°.	78
13	Análise de variância dos dados da Tabela 12.	78
14	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos e articulação coxo-femural flexionada a 45°.	79
15	Análise de variância dos dados da Tabela 14.	79
16	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 6 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos e articulação coxo-femural flexionada a 45°.	80
17	Análise de variância dos dados da Tabela 16.	80
18	Valores eletromiográficos (de RMS - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 7 - movimento de sentar.	81
19	Análise de variância dos dados da Tabela 18.	81

Gráficos

1	Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 1 - movimento isotônico de flexão do tronco.	50
2	Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 2 - movimento isotônico de inclinação posterior da pelve.	52

- 3 Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 3 - movimento isotônico de flexão do tronco e inclinação posterior da pelve. 53
- 4 Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45° . 55
- 5 Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos com a articulação coxo-femural flexionada a 45° . 56
- 6 Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 6 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e os membros inferiores estendidos e flexionados a 45° . 56
- 7 Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 7 - movimento de sentar-se. 57

Quadros

- 1 Apresentação de aspectos antropométricos básicos e de atividades físicas dos 10 voluntários, relacionados com exercícios abdominais, que demonstram a rotina de cada indivíduo antes da realização da coleta dos dados. 71
- 2 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 1 - movimento isotônico de flexão do tronco (FT ISOT), do indivíduo nº 7. 82

- 3 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 2 - movimento isotônico de inclinação posterior da pelve (IPP ISOT), do indivíduo nº 7. 83
- 4 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 3 - movimento isotônico de flexão do tronco + inclinação posterior da pelve (FTIPP ISOT), do indivíduo nº 7. 84
- 5 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45° (FT ISOM), do indivíduo nº 7. 85
- 6 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos e coxo-femural flexionada a 45° (FMI ISOM), do indivíduo nº 7. 86
- 7 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 6 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos e flexionados a 45° (FTMI ISOM), do indivíduo nº 7. 87
- 8 Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício nº 7 - movimento de sentar-se, do indivíduo nº 7. 88

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento de três porções do M. reto do abdome, através de análise quantitativa do sinal eletromiográfico, em diferentes tipos de exercícios abdominais.

Foram estudados dez indivíduos jovens, sem história de doença articular ou muscular, do sexo masculino, de 16 a 27 anos, bem treinados e que realizaram sete exercícios abdominais, escolhidos considerando o tipo de contração (isotônica e isométrica) e os pontos de fixação do músculo. A atividade elétrica das porções superior, média (supra-umbilical) e inferior (infra-umbilical) no lado esquerdo do M. reto do abdome foram captadas através de mini-eletrodos de superfície, tipo Beckman. Os registros foram realizados no eletromiógrafo marca Nicolet, modelo Viking II da Nicolet Biomedical Instruments, de 8 canais, computadorizado. Os sinais foram quantificados utilizando o software MVA (Atividade Máxima Voluntária), sendo considerado para análise os valores de RMS (Raiz Quadrada da Média).

Os dados obtidos foram submetidos a análise paramétrica, empregando-se análise de variância (teste F) e teste de **Tukey**, além da análise gráfica descritiva a partir da média dos valores de RMS de cada uma das porções do músculo. Os resultados deste estudo sugerem que para a grande maioria dos indivíduos, as atividades funcionais do M. reto do abdome são realizadas com diferenças de atividade elétrica entre suas porções, apresentando uma tendência da porção superior em apresentar maior atividade elétrica do que as porções média e inferior. Constatou-se também, a ausência de um padrão de comportamento comum das três porções do músculo, para os dez indivíduos testados.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O interesse pelo estudo da função do M. reto do abdome não é recente e tem sido objeto de pesquisas eletromiográficas desde a década de 1950 (FLOYD & SILVER, 1950), motivado principalmente pelas implicações funcionais deste músculo nas atividades do tronco, tais como: movimentos respiratórios, de compressão abdominal, posturais, durante exercícios abdominais, entre outras.

Os pesquisadores FLOYD & SILVER (1950); SHEFFIELD (1962); CARMAN et. al. (1972); SOUSA & FURLANI (1974), se preocuparam em verificar o comportamento da atividade elétrica do grupo muscular da parede ântero-lateral do abdome em várias situações funcionais do tronco de ocorrência na vida diária. Os resultados demonstraram que o M. reto do abdome participa, ativamente, em situações onde ocorrem movimentos de aproximação entre o tronco e a pelve, ou quando o conjunto tronco e pelve necessita ser estabilizado para permitir movimentos de outros segmentos do corpo. Concordam desta forma com livros textos de anatomia, por exemplo GRAY (1977) e de cinesiologia KENDALL (1990), sobre sua ação de flexionar a coluna vertebral e de inclinar posteriormente a pelve através de contrações isotônicas, além da ação estabilizadora do tronco através de contrações isométricas do músculo.

Observa-se também, a preocupação de estudar, eletromiograficamente, a atividade do M. reto do abdome, isoladamente ou em conjunto com os M. oblíquos interno e externo, nos mais diversos tipos de exercícios abdominais, os quais têm sido, rotineiramente, incluídos em programas de atividade física.

Alguns autores propuseram estudar exercícios prescritos em programas de reabilitação e prevenção de problemas posturais (WALTERS & PATRIDGE, 1957; GODFREY et. al., 1977; HARPERN & BLECK, 1979; EKHOLM, et. al. 1979), enquanto outros tentaram estabelecer a efetividade de cada tipo de exercício abdominal incluído nos programas para desenvolvimento de força, resistência e hipertrofia muscular (FLINT, 1965; GUTIN & LIPETZ, 1971; GUIMARÃES & CRESCENTE, 1984; FURLANI & BANKOFF, 1987; GUIMARÃES et. al., 1991; MORAES, 1993).

O M. reto do abdome apresenta característica anatômica peculiar e única. É um músculo longo e achatado estendendo-se por toda face ventral do abdome, sendo constituído por ventres musculares - poligástrico, separados por intersecções tendíneas. Esta característica anatômica foi considerada na maioria dos estudos, de forma que os registros eletromiográficos dos autores acima citados, foram obtidos separadamente das porções infra e supra umbilical.

A questão a ser levantada é a ausência de definição sobre a atividade elétrica das diferentes porções do músculo nos diversos estudos realizados até o momento.

Na grande maioria dos trabalhos os autores observaram diferenças de atividade elétrica entre as porções do músculo. Entretanto, não existe concordância entre eles sobre onde e como ocorrem estas variações. Por outro lado, SOUSA & FURLANI (1974) não observaram diferenças, e sugeriram que o M. reto do abdome participe, por inteiro, com intensidade progressiva durante o movimento do tronco.

Dois aspectos importantes devem ter contribuído para esta falta de concordância entre os trabalhos. O primeiro é a dificuldade de se comparar os resultados, em razão dos diferentes protocolos empregados, e o segundo relaciona-

se com a metodologia utilizada para análise dos registros eletromiográficos, pois as diferentes tentativas de quantificação do sinal eletromiográfico contemplavam somente parte do sinal qual seja, a amplitude.

Atualmente, a possibilidade de um estudo mais objetivo sobre o comportamento elétrico das porções do M. reto do abdome pode ser vislumbrado, em razão de avanços tecnológicos, principalmente na área da informática, pois permitiu a instrumentalização de um modelo matemático (BASMAJIAN & DE LUCA, 1985) para análise quantitativa do sinal eletromiográfico, através do uso de equipamentos eletromiográficos computadorizados e software adequado.

REVISÃO DE LITERATURA

REVISÃO DE LITERATURA

O M. reto do abdome tem sido objeto de estudo, através da eletromiografia, desde o trabalho apresentado por FLOYD & SILVER em 1950, visando determinar o padrão de atividade dos músculos da parede anterior do abdome em várias condições funcionais, e até recentemente, num estudo realizado em 1991 por GUIMARÃES et. al., abordando de forma específica a atividade elétrica individualizada de suas porções, em diferentes formas de exercícios abdominais.

Alguns desses trabalhos se preocuparam em estudar de forma simultânea as atividades eletromiográficas dos músculos da parede ântero-lateral do abdome (obliquo externo, obliquo interno e reto do abdome), na tentativa de verificar qual o padrão de comportamento desse grupo de músculos em várias condições funcionais de implicações na vida diária.

FLOYD & SILVER (1950), usando um encefalógrafo de 6 canais, registraram, simultaneamente, seis eletromiogramas dos diferentes músculos da parede do abdome, em vinte e um indivíduos adultos jovens. Foram empregados eletrodos de superfície, fixados simetricamente em cada lado da linha média do abdome, através de uma engenhosa cinta de tubos recobertos de borracha, de forma a mantê-los posicionados sobre os músculos reto do abdome, obliquo interno e obliquo externo.

O estudo foi realizado com o objetivo de determinar o padrão de atividade dos músculos da parede anterior do abdome em várias atividades, tais como: elevando a cabeça, durante a manobra de Vasalva, respirando normalmente, em expiração forçada, tossindo, cantando, elevando os membros inferiores, etc.

Essas atividades foram analisadas com os indivíduos nas posições supina e ortostática.

Com relação ao M. reto do abdome, os resultados mostraram que sua atividade foi predominante durante a elevação da cabeça, que envolve movimento de flexão do tronco. Por outro lado, o padrão observado nas atividades envolvendo movimentos respiratórios, de contensão e compressão abdominal, mostraram uma ação predominante dos oblíquos interno e externo, evidenciando um papel secundário do M. reto do abdome durante estas atividades. No entanto, quando associaram o movimento de flexão do tronco aos movimentos respiratórios, de contensão e compressão abdominal, o padrão de predomínio da atividade elétrica do M. reto do abdome superou o padrão predominante dos músculos abdominais oblíquos.

Além disso, um outro padrão de atividade, diferente dos anteriores foi também observado durante a elevação dos membros inferiores, com atividade elétrica em todos os músculos da parede anterior do abdome. Esta observação demonstrou que a estabilização da pelve no tronco foi realizada pelos músculos abdominais, de forma que os membros inferiores pudessem ser elevados, ou seja, os músculos abdominais apresentaram, também, um padrão de atividade estabilizadora da pelve.

SHEFFIELD (1962), propôs um estudo para avaliar a atividade dos músculos abdominais em indivíduos normais durante a marcha, em atividades posturais e movimentos do tronco, na tentativa de comparar níveis de atividade muscular e discutir a significância clínica. Seus estudos foram realizados em 10 indivíduos, usando um encefalógrafo de 8 canais com registro simultâneo. Eletrodos de superfície foram colocados nos músculos do pé (para detectar as fases da

marcha), sobre as porções superior e inferior do reto do abdome e nos oblíquos, à direita da linha mediana do abdome.

Nenhum dos 10 indivíduos apresentou atividade elétrica nos músculos da parede abdominal durante a marcha em superfície plana. Essas observações levaram o Autor a concluir que caminhar não é exercício adequado para manter ou fortalecer os músculos da parede abdominal.

Por outro lado, intensa atividade elétrica foi observada, principalmente na porção superior do M. reto do abdome, em exercícios realizados para sentar com os membros inferiores flexionados a 45° e para a sustentação dos mesmos quando elevados a ± 30 cm do solo.

Ao final o autor estabeleceu a hipótese de se relacionar dor lombar com a fraqueza dos músculos abdominais para os indivíduos que normalmente não os exercitam, já que as atividades diárias, como caminhar, não apresentam atividades elétricas que possibilitem manter ou fortalecer os músculos da parede abdominal.

CARMAN et. al. (1972), após revisão de trabalhos anteriormente realizados, concluíram que poucos estudos eletromiográficos comparativos sobre os músculos abdominais haviam sido realizados. Apontaram também que a captação da atividade elétrica empregada, usando eletrodos de superfície, estaria sujeita a alguns problemas, tais como: a possibilidade de captação da atividade de outros músculos pelo mesmo eletrodo, a posição dos músculos poderia variar em relação ao eletrodo devido ao seu movimento relativo sob a pele, a distância entre o eletrodo e o músculo poderia variar nos diferentes indivíduos, além da diferença de resistência elétrica dos tecidos.

Desta forma, realizaram um estudo no intuito de confrontar aos já realizados, empregando para isto eletrodos de agulha, os quais seriam mais seletivos na captação individual de cada músculo da parede ântero-lateral do abdome.

Registros foram obtidos em 19 indivíduos normais, nos músculos reto do abdome (porção superior e inferior), oblíquo externo, e oblíquo interno (porção superior e inferior), e as atividades foram semelhantes às realizadas nos estudos anteriores nas posições supina e ortostática (FLOYD & SILVER, 1950; SHEFFIELD; 1962).

Interessantes resultados puderam ser observados especificamente no músculo oblíquo interno, em razão da técnica de captação por eletrodos de agulha, que permitiu a captação individualizada das fibras superiores e inferiores.

SOUSA & FURLANI (1974) foram dos primeiros a se preocuparem com o estudo individualizado e localizado do M. reto do abdome. Diferentemente de todos os outros estudos, eletrodos de captação de agulha foram inseridos em três segmentos do músculo (um eletrodo abaixo do umbigo e dois acima) e não nas porções superior e inferior freqüentemente empregadas.

As atividades foram realizadas nas posições supina e ortostática contemplando movimentos respiratórios, atividades de compressão abdominal, movimentos de tronco e de membros inferiores.

De acordo com suas observações, o M. reto do abdome não atua durante a respiração normal e não é considerado essencial para a inspiração forçada. No entanto, apresenta-se ativo ao final do movimento de expiração forçada, durante o esforço para tossir e no esforço de compressão abdominal. Intensa atividade foi observada durante os movimentos de flexão de tronco e de membros

inferiores realizados na posição supina, mas mostrou-se inativo ao realizar a flexão do tronco na posição ortostática.

Os resultados desses estudos eletromiográficos, realizados para o conjunto dos músculos da parede ántero-lateral do abdome ou diretamente para o M. reto do abdome, demonstraram concordância com livros textos (GRAY, 1977; KENDALL, 1990), sobre a ação do M. reto do abdome de flexionar a coluna vertebral aproximando o tórax e a pelve anteriormente.

Assim, descreve KENDALL (1990) em seu livro: “com a pelve fixada, o tórax se moverá no sentido da pelve ; e com o tórax fixado, a pelve se moverá no sentido do tórax, de forma que o M. reto do abdome atua para deprimir as costelas anteriormente e inclinar a pelve posteriormente durante a elevação do tronco na posição supina, juntamente com as fibras laterais do oblíquo interno e as anteriores e laterais do oblíquo externo. Durante a elevação e abaixamento dos membros inferiores a partir da posição supina, o M. reto do abdome juntamente com as fibras laterais do oblíquo externo, atuam no esforço de manter a posição da coluna lombar e da pelve estabilizada”.

Portanto, a atividade do M. reto do abdome poderia ser resumida em dois pontos fundamentais: ação de aproximação entre o tronco e a pelve, através de movimento isotônico de flexão do tronco ou a inclinação pélvica posterior, e ação estabilizadora do tronco e da pelve através de contração muscular isométrica, para permitir movimentos de membros inferiores.

No entanto, e apesar do senso comum sobre sua ação fundamental, vários outros trabalhos foram realizados com a preocupação específica de estudar a atividade do M. reto do abdome isoladamente ou em conjunto com os M. oblíquos

externo e interno, nos mais diferentes tipos de exercícios abdominais que são normalmente incluídos em diversos programas de atividade física.

Dentre esses trabalhos, alguns se propuseram a estudar exercícios prescritos em programas de reabilitação e prevenção de problemas posturais voltados principalmente para a região lombo-sacral.

WALTERS & PATRIDGE (1957), apresentam um estudo sobre a ação dos músculos abdominais em várias posições e exercícios. Foram observados e analisados 3.360 registros eletromiográficos obtidos de dois indivíduos, sendo um adulto e um jovem de dez anos.

Todos os exercícios foram realizados a partir da posição supina, com o cuidado de evitar hiperlordose lombar, através do aplainamento lombar, usando o enrolamento do tronco no início dos movimentos de sentar-se. Além do clássico movimento de sentar-se com os membros inferiores estendidos, duas variações foram realizadas, partindo da mesma posição supina inicial: primeiro, enrolamento do tronco com os membros inferiores flexionados a 90 graus elevando a 7ª vértebra cervical a 13 cm do solo; e segundo, acrescentou-se ao anterior a rotação do tronco para direita e para a esquerda. Estes exercícios foram realizados com e sem apoio externo sobre os pés.

Num segundo grupo de exercícios, também partindo da posição supina, os membros inferiores e a pelve realizaram movimentos de flexão. Por último, o exercício de aproximação da parte inferior do tronco com a superior da pelve, onde os dedos das mãos tocavam a ponta dos pés, formando um "V".

O equipamento utilizado permitiu o registro eletromiográfico simultâneo em 8 canais, com eletrodos de superfície fixados nas porções superior e inferior do M. reto do abdome, nas fibras anteriores, médias e posteriores do oblíquo externo, e

nas fibras médias do oblíquo interno. Para alguns exercícios de flexão do tronco a atividade do reto da coxa foi captada, servindo como índice de participação dos flexores da coxa no movimento.

O resultado do trabalho apresentou três conclusões a respeito do M. reto do abdome: a) a posição do indivíduo durante o movimento de sentar-se e do enrolamento do tronco interfere na atividade desse músculo - "quando a ação dos flexores da coxa é minimizada, o M. reto do abdome aumenta sua atividade elétrica, portanto, usa mais força para realizar o movimento"; b) durante contração isotônica a porção superior do músculo participa mais ativamente em atividades envolvendo a parte superior do corpo, e a sua porção inferior é mais ativa em exercícios com inclinação pélvica. Quando o músculo é usado para estabilização, a porção que se encontra mais distante do peso que está sendo levantado é que apresenta mais atividade elétrica; c) o movimento de sentar-se com suas variações e o movimento em forma de "V" são os mais efetivos exercícios para todos os músculos abdominais.

GODFREY et. al. (1977) relataram que os estudos eletromiográficos tinham falhado em indicar com clareza o valor das variações dos exercícios de sentar-se (a partir da posição supina), em aumentar a atividade do músculo abdominal enquanto diminuía a atividade flexora da coxa; e que, uma variável que não tinha sido considerada nos trabalhos anteriores, era a velocidade de execução dos movimentos que, segundo GUTIN & LIPETZ (1971) apud GODFREY et. al. (1977), pode ser um fator crítico quando se pretende comparar atividade elétrica dos músculos.

Em razão disto, desenvolveram um estudo eletromiográfico onde os músculos abdominais de 17 indivíduos foram analisados em 8 variações do

exercício de sentar-se; onde o movimento de elevação do tronco enrolado e estendido foi executado de forma lenta e rápida, com os pés apoiados e sem apoio.

O movimento de sentar-se, a partir da posição supina, constituiu-se de duas fases, sendo uma concêntrica e outra excêntrica. Cada fase foi dividida em três partes, as quais foram estabelecidas através da fixação de 3 sensores, localizados na protuberância occipital, no ângulo inferior da escápula e incisura superior entre os glúteos máximos.

Assim, potenciais de ação integrados e fases do movimento foram registrados simultaneamente, e as variações da duração da atividade do músculo dentro de cada fase do movimento foram analisados estatisticamente.

Esta metodologia foi baseada no trabalho desenvolvido por FLINT (1965), e teve como modificação a forma de quantificação dos dados usando o EMG integrado.

O resultado deste estudo indicou que os exercícios realizados de forma rápida resultam em maior atividade muscular, e que o músculo reto do abdome tem maior atividade durante a realização do movimento concêntrico de flexão do tronco, com os membros inferiores flexionados, sem apoio nos pés, momento em que os flexores da coxa estão menos ativos.

HARPERN & BLECK (1979), preocupados com as freqüentes indicações de exercícios abdominais para o fortalecimento muscular no tratamento de indivíduos com dor lombar, estudaram os tipos de exercício de sentar-se (a partir da posição supina) mais indicados. O objetivo foi identificar qual dos exercícios proporcionaria maior atividade dos músculos reto do abdome e oblíquos, e ao mesmo tempo provocaria menor grau de flexão da coluna lombar.

Simultaneamente ao registro eletromiográfico, foram realizadas radiografias da coluna lombar, de forma a permitir uma correlação entre a atividade elétrica dos músculos abdominais e o ângulo de flexão da coluna lombar.

O resultado do estudo demonstrou que o movimento de flexão do tronco até a elevação do ângulo inferior da escápula, proporcionou maior atividade dos músculos abdominais com o menor grau de flexão da coluna lombar de forma que, o movimento de sentar-se, com flexão total da coluna lombar, não é necessário para ativar adequadamente os músculos abdominais.

EKHOLM et. al. (1979), considerando a importância do fortalecimento dos músculos abdominais para algumas situações da vida diária (durante levantamento de peso o equilíbrio entre os abdominais e os eretores da espinha evitam sobrecarga no disco intervertebral, evidência de fraqueza abdominal em indivíduos com dor lombar, importância dos oblíquos do abdome durante a tosse), desenvolveram um trabalho com o propósito de investigar a efetividade de alguns exercícios empregados para o treinamento de força dos músculos abdominais em indivíduos com problemas de dor lombar.

O grau de atividade das partes superior e inferior do M. reto do abdome, durante variações do exercício de sentar-se, partindo da posição supina, está entre as questões a serem respondidas.

Para quantificação dos dados da atividade elétrica dos músculos, os sinais captados eletromiograficamente foram submetidos ao processo de integração (EMG - integrado). Em seguida, o sinal eletromiográfico integrado foi normalizado através de um valor proporcional obtido entre o nível de atividade conseguido durante contração voluntária máxima e o nível de atividade durante o exercício estabelecido, de forma que a atividade de cada um dos músculos foi expressa por

este valor proporcional. Análise estatística foi realizada a partir do cálculo da média do valor proporcional do EMG - integrado de todos os indivíduos, onde o teste t foi empregado para estimar a diferença entre os níveis de atividade dos exercícios.

Diferença significativa entre as porções superior e inferior do M. reto do abdome foi observada durante o movimento de elevação do tronco na posição supina, estando posicionado para o início do exercício com o tronco abaixo da linha horizontal (30°) e os membros inferiores flexionados (90°). Desta forma, a pelve não se encontrava fixada pelos membros inferiores, e a porção superior do músculo apresentou maior atividade do que a porção inferior.

Além disso, encontra-se também na literatura relatos de autores preocupados em estabelecer a efetividade de cada tipo de exercício abdominal, dentre aqueles prescritos em programas de desenvolvimento de força, resistência e hipertrofia muscular.

FLINT (1965) desenvolveu um interessante estudo, no intuito de verificar qual o tipo de exercício de sentar-se que melhor desenvolve a musculatura abdominal, comparando, eletromiograficamente, os músculos reto do abdome e oblíquo externo, durante a realização de 10 variações do exercício de sentar-se. Através de um arranjo de lentes e espelhos, uma câmara de vídeo de 16 mm registrou, simultaneamente, o sinal eletromiográfico durante essas atividades físicas.

Em todos os exercícios, os indivíduos iniciavam o movimento na posição supina a 0° até sentar-se a 90° , e em seguida retornando à posição supina inicial a 0° . Em seguida, foram graduados de 15 em 15 graus ($0 ; 15 ; 30 \dots 90 ; 75 \dots 0$), onze posições para um mesmo movimento, de forma que o registro eletromiográfico pudesse ser relacionado a cada uma dessas onze angulações estabelecidas.

Para interpretação dos dados, a amplitude e a frequência de cada sinal eletromiográfico foram considerados. Normalização dos sinais foi realizado, ajustando a amplitude obtida em, aproximadamente, 15 mm, para uma contração máxima contra resistência, para cada movimento de cada indivíduo. Assim, os sinais obtidos foram classificados em uma escala de 5 pontos: zero; traço (até 2 mm na amplitude e frequência mínima); médio (6 mm de amplitude e frequência entre traço e moderado); moderado (10 mm de amplitude); e forte (15 mm de amplitude e alta frequência). Em seguida, a média dos valores dos 10 indivíduos foi estabelecida e uma escala numérica linear foi implantada, onde: traço = 10, médio = 20, moderado = 30, e forte = 40.

Finalmente, os dados da escala numérica linear obtida em cada uma das onze angulações foram distribuídos num gráfico de coordenadas e abcissas, o que resultou num interessante traçado visual, demonstrando um padrão de atividade elétrica comum para os 10 diferentes tipos de exercícios de sentar-se.

O padrão de ação dos músculos abdominais observado demonstraram que: a) nos estágios iniciais e finais os exercícios mostram fortes potenciais de ação dos músculos; b) os picos de maior amplitude ocorreram entre 30° e 45° do movimento; c) uma queda da amplitude ocorre na fase média, entre 75° e 90° .

Concluiu, também, o autor que as porções superior e inferior do reto do abdome registraram diferenças na magnitude dos potenciais de ação sob certas condições: quando os pés estavam apoiados, a magnitude dos potenciais de ação foram consideravelmente maiores para a porção inferior e, inversamente, a porção superior apresentou maior magnitude desses potenciais quando os pés não estavam apoiados. Além disso, o autor estabeleceu que o M. reto do abdome é o responsável pela flexão do tronco até 45° e o seu retorno para a posição supina

inicial, e durante a fase de 60° a 90° , a porção inferior permanece em contração parcial na tentativa de manter o tronco estável, para que ocorra a ação dos flexores da coxa, e a porção superior relaxa durante esta fase, permitindo que a ação da gravidade sustente a parte superior do tronco.

GUTIN & LIPETZ (1971) realizaram um estudo eletromiográfico do M. reto do abdome, com o objetivo de examinar a intensidade de contração muscular de 10 tipos de exercícios, escolhidos por serem relativamente extenuantes. Isto porque, eles acreditavam que para a prescrição de exercícios para o desenvolvimento de força e resistência, era desejável o conhecimento sobre a intensidade dos vários movimentos. Assim, oito indivíduos atletas do sexo masculino foram selecionados, e a atividade elétrica das porções superior e inferior do músculo foram captadas através de eletrodos de superfície.

Utilizando valores médios de picos de voltagem (técnica de quantificação do sinal eletromiográfico proposto por ASMUSSEN, 1968 ; apud GUTIN & LIPETZ, 1971), oferecidos pelos registros integrados dos sinais eletromiográficos (EMG integrado), os dados foram submetidos à análise de variância. O objetivo foi estabelecer uma escala de intensidade de atividade do reto do abdome entre os exercícios propostos.

O resultado mostrou que, realmente, existe diferença na intensidade de atividade do músculo dependendo da posição estabelecida para sua realização, e dos 10 exercícios realizados, a maior atividade muscular do reto do abdome foi observado no exercício de flexão dos membros inferiores em direção ao tronco com o indivíduo suspenso no espaldar.

Apesar de os autores não terem feito nenhum estudo comparativo entre as duas porções do reto do abdome, ficou evidenciado uma maior atividade da

porção superior em todos os exercícios realizados, independente da posição estabelecida para cada um deles.

GUIMARÃES & CRESCENTE (1984) realizaram um estudo piloto sobre a atividade elétrica dos músculos reto do abdome (porções superior e inferior) e reto da coxa em 11 tipos diferentes de exercícios abdominais que foram executados por cinco estudantes. Os sinais eletromiográficos foram analisados, utilizando-se como parâmetro de avaliação a amplitude do sinal registrado. Com relação ao M. reto do abdome, os resultados sugeriram que de 3 dos 5 casos estudados, o exercício de flexão simultânea do tronco e dos membros inferiores apresentaram maior atividade nas duas porções do músculo. Os outros resultados não apresentaram consistência, sugerindo, de acordo com os autores, que diferentes indivíduos podem executar um mesmo exercício com diferente predominância dos músculos envolvidos.

FURLANI & BANKOFF (1987) estudaram a atividade dos músculos reto do abdome (porção superior e inferior) e oblíquo externo (porção anterior e posterior) nas posições supina, ortostática e sentada em vários movimentos de flexão do tronco e dos membros inferiores. Mesmo não tendo a preocupação de apresentar uma discussão voltada especificamente para as duas porções do reto do abdome, eles observaram que a parte inferior do músculo esteve mais presente durante o exercício de elevação homolateral da perna.

Em 1987, ampliando seus estudos sobre a atividade elétrica dos músculos reto do abdome e oblíquo externo, esses mesmos autores realizaram um estudo eletromiográfico com objetivo de verificar o exercício mais eficiente para o fortalecimento da parede antero-lateral do abdome. As três posições estabelecidas para os vários movimentos foram o decúbito lateral, sentado e a posição de joelhos.

Os movimentos de elevação e abaixamento do tronco realizados na posição de decúbito lateral, com apoio nos membros inferiores, foram considerados como excelentes exercícios para região ântero-lateral do abdome, e observaram, também, que a porção superior do M. reto do abdome teve predomínio sobre a inferior durante o exercício de elevação do tronco de zero para 45 graus.

Referência obrigatória nos estudos sobre eletromiografia cinesiológica, o livro texto de BASMAJIAN & De LUCA (1985), através de um trabalho de revisão da literatura, apresenta, no capítulo sobre os músculos da parede abdominal, uma abordagem geral envolvendo os vários aspectos funcionais do tronco.

Ao abordarem, especificamente, o M. reto do abdome em sua função de motor primário para os movimentos de flexão do tronco e inclinação pélvica, além da função estabilizadora da pelve (oferecendo base estável para os movimentos dos membros inferiores), os autores se reportaram aos resultados apresentados por FLINT (1965) que observou: diferenças entre as porções superior e inferior em resposta a diferentes movimentos, que a atividade do músculo ocorre durante a primeira metade do movimento de sentar-se, e que o músculo é mais ativo durante o movimento concêntrico de elevação do tronco do que o movimento excêntrico de retorno à posição supina inicial, bem como o resultado observado por GODFREY et. al. (1977), onde o movimento executado de forma rápida é mais eficaz para produzir atividade máxima do músculo.

GUIMARÃES et. al. (1991) estudaram a influência de doze diferentes exercícios abdominais nos potenciais de ação dos músculos reto do abdome (porção superior e inferior) e reto da coxa, em 20 estudantes do curso de Educação Física. Ângulos e velocidade de execução dos movimentos foram controlados através de goniômetro e metrônomo. Quantificação dos sinais seguiram o proposto

por GUTIN & LIPETZ (1971) que utilizaram a média dos dois maiores picos de cada sinal registrado.

Alegando possíveis problemas técnicos, nenhuma tentativa de comparar os resultados de diferentes regiões do músculo foi realizada, de forma que os resultados de cada porção do M. reto do abdome foram apresentados separadamente.

A porção superior do M. reto do abdome apresentou menores potenciais de ação durante os dois movimentos de elevação dos membros inferiores, a partir da posição supina, do que os exercícios de elevação do tronco. Nenhuma diferença, estatisticamente significativa, foi observada entre os oito exercícios de elevação do tronco, apesar das diferentes formas de realização (membros inferiores flexionados e estendidos, apoiados e não apoiados, plano inclinado e não inclinado). Mesmo não apresentando diferença estatisticamente significativa, com relação aos movimentos de elevação do tronco, os dois movimentos com maiores potenciais de ação foram os exercícios de elevação dos membros inferiores em suspensão e o exercício de flexão simultânea do tronco e membros inferiores.

Com relação à porção inferior os maiores potenciais de ação observados também ocorreram durante os movimentos de elevação dos membros inferiores na posição suspensa e o movimento de flexão simultânea do tronco e dos membros inferiores, só que essa diferença foi estatisticamente diferente dos dez outros exercícios, os quais não mostraram diferenças significantes entre si.

MORAES (1993), analisou, eletromiograficamente, os músculos reto do abdome e oblíquo externo do abdome de crianças praticantes de ginástica artística e ginástica rítmica desportiva, durante exercícios abdominais no solo e em prancha

inclinada. Seus resultados demonstraram que potenciais de ação foram mais intensos para os dois músculos em angulações de 45° a 60° de flexão do tronco, e que a porção superior do M. reto do abdome apresentou maior atividade elétrica do que a porção inferior.

Ao final desta revisão de literatura, pode-se notar a preocupação da maioria dos autores em registrar a atividade elétrica das diferentes porções do músculo em seus estudos. Exceção ocorreu no trabalho de GODFREY et.al. (1977) e HARPERN & BLECK (1979), que examinaram apenas a porção superior do músculo.

Cabe ressaltar que do ponto de vista anatômico (GRAY, 1977), o M. reto do abdome apresenta uma condição estrutural única em todo sistema músculo esquelético, em razão das intersecções tendíneas, subdividindo-o em três e ou quatro porções (ou ventres), sendo por esta razão denominado de poligástrico, o que sugere uma condição funcional especial para o mesmo.

Funcionalmente, o músculo atua no sentido de aproximar o tronco da pelve, através do movimento isotônico de flexão do tronco ou de inclinação posterior da pelve, e, também, apresenta uma ação estabilizadora do conjunto tronco-pelve, através da contração muscular isométrica, permitindo movimentos de membros inferiores (KENDALL, 1990; NORRIS, 1993). Esta dupla ação funcional do músculo é, atualmente, consenso entre pesquisadores. Entretanto, quando estudos eletromiográficos se propuseram a analisar a ação desse mesmo músculo, sob o ponto de vista das porções que o compõe, não se observou o mesmo consenso estabelecido para o músculo como um todo.

A grande maioria dos trabalhos demonstrou diferenças de atividade elétrica entre as diferentes porções; entretanto, não existe concordância sobre onde correm essas diferenças. Contrariamente, SOUSA & FURLANI (1974) relataram que as diferentes porções do M. reto do abdome participa por inteiro, com intensidade progressiva durante o movimento do tronco.

Estas discordâncias se devem, entre outras coisas, à dificuldade de se comparar os resultados, devido aos diferentes protocolos utilizados.

A metodologia empregada para análise do registro eletromiográfico em alguns trabalhos (FLOYD & SILVER, 1950; SHEFFIELD, 1962; WALTERS & PATRIDGE, 1957; GODFREY et. al., 1977), permitiu aos pesquisadores analisar apenas o aspecto qualitativo do sinal eletromiográfico. Em outros (CARMAN et.al., 1972; SOUSA & FURLANI, 1974; HARPERN & BLECK, 1979; FLINT, 1965; BANKOFF & FURLANI, 1984; MORAES, 1993), a tentativa de quantificação da atividade elétrica se baseou em graus de atividade (0, +, ++, +++, +++++), além da quantificação denominada de voltagem média de picos (GUTIN & LIPETZ, 1971; EKHOLM et.al., 1979; GUIMARÃES et.al., 1991), de forma que todas estas tentativas de quantificação contemplaram somente uma parte do sinal, a amplitude.

Esta dificuldade para análise do sinal eletromiográfico foi, inicialmente, apontado por FLOYD & SILVER em 1950: "Não existe instrumental ou um simples caminho para sumarização quantitativa do valor da atividade encontrada em diferentes músculos quando séries de movimentos são estudados. A consistência do padrão de atividade, para um movimento, tem sido julgado pelos olhos". Mais recentemente, BASMAJIAN & DE LUCA (1985), no capítulo sobre descrição e análise do sinal eletromiográfico, afirmaram que: "A falta de uma descrição própria do sinal EMG é, provavelmente, o maior fator que tem emperrado o desenvolvimento da eletromiografia como disciplina específica". Entretanto, relatam os autores que, desde 1967, vários investigadores vinham tentando formular uma

expressão matemática que permitisse uma análise quantitativa do sinal eletromiográfico.

Atualmente, dispõe-se de equipamentos eletromiográficos computadorizados (com software adequado) que possibilitam a instrumentalização de modelos matemáticos para análise quantitativa do sinal eletromiográfico, o que representa um marco importante no desenvolvimento científico da eletromiografia, e abre a possibilidade de um estudo mais objetivo sobre o comportamento elétrico das porções do M. reto do abdome.

PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

Este estudo tem como objetivo verificar o comportamento das porções superior, média (supra-umbilical) e inferior (infra-umbilical) do M. reto do abdome, por meio de análise quantitativa do sinal eletromiográfico , em sete diferentes tipos de exercícios abdominais.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados, eletromiograficamente, três porções do M. reto do abdome no antímero esquerdo de dez indivíduos jovens, não sedentários, do sexo masculino com idade entre 16 e 27 anos (quadro no Anexo I), sem história de doença articular e muscular.

As três porções escolhidas para registro foram: porção inferior (infra-umbilical), e as porções média e superior (supra-umbilical).

Os voluntários foram selecionados levando-se em consideração que realizavam rotineiramente exercícios abdominais, de forma que, o resultado desta atividade física significasse o delineamento visível e palpável das margens lateral e medial assim como os limites superior e inferior de cada porção do músculo.

Esta condição foi estabelecida com intuito de possibilitar uma melhor localização e posicionamento dos eletrodos de captação, além de permitir a realização dos movimentos programados sem ocorrência de fadiga muscular.

Para captação dos sinais elétricos foram utilizados mini-eletrodos de superfície, monopolares, tipo BECKMAN, com diâmetro de 11 mm e superfície de detecção de 2 mm (figura 1), e que foram acoplados aos pares nas porções inferior, média e superior, do M. reto do abdome esquerdo, contendo na interface pele/eletrodo gel eletrocondutor. Estes eletrodos foram fixados à pele por meio de colar adesivo, de dupla face, e conectados ao pré-amplificador do eletromiógrafo por cabos de 120 cm de comprimento.

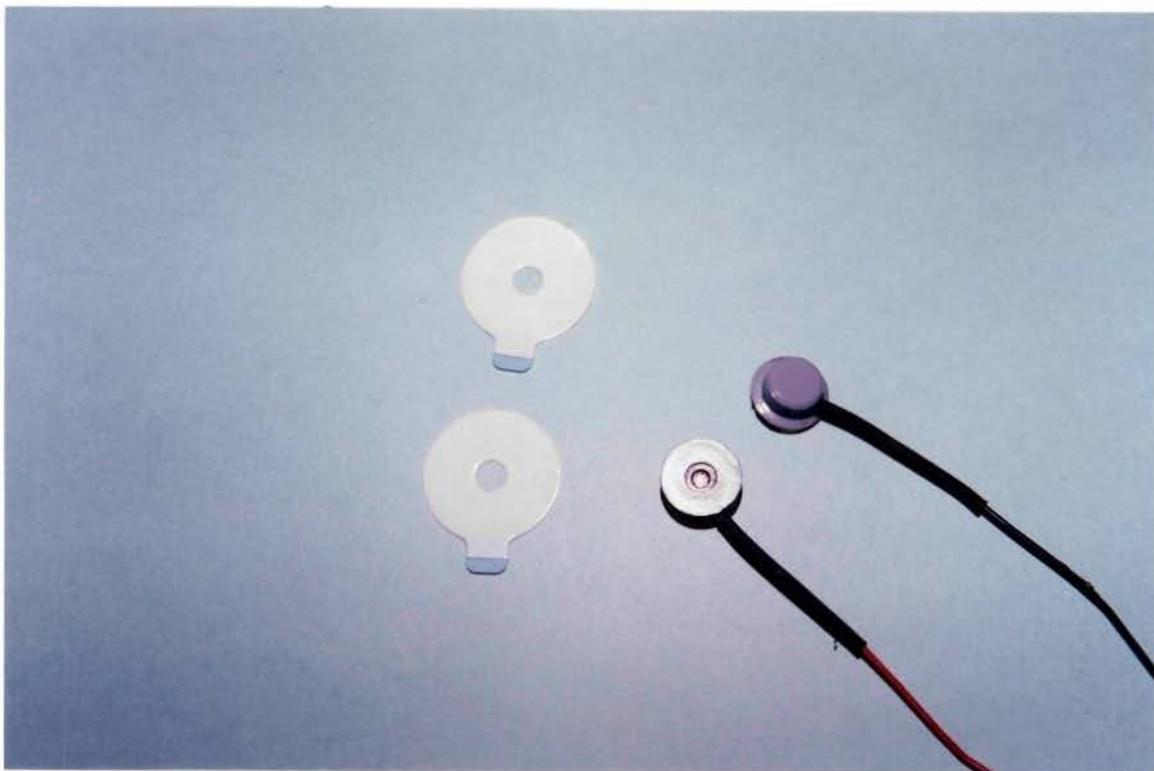


Figura 1 - Par de mini - eletrodos de superfície tipo Beckman, com colar adesivo dupla face utilizados para captação e derivação do sinal eletromiográfico.

Os registros foram feitos no eletromiógrafo marca NICOLET, modelo Viking II da Nicolet Biomedical Instruments, de 8 canais, computadorizado e com impressora a jato de tinta (figura 2), junto ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



Figura 2 - Eletromiógrafo VIKING II de oito canais, computadorizado com impressora a jato de tinta, da Nicolet Biomedical Instruments.

Os sinais captados foram quantificados utilizando o software MVA (Atividade Voluntária Máxima), que fornece os seguintes dados quantitativos: PPA (amplitude pico a pico) - representa a amplitude de onda medida do ponto mais alto até o mais baixo mostrado em todo traçado, expresso em microvolts (μV); MRV (média da voltagem retificada) - que é a amplitude média após a retificação das ondas, expresso em microvolts (μV); RMS (raiz quadrada da média) - que é calculado o valor da raiz quadrada da média do traçado eletromiográfico registrado, expresso em microvolts (μV); e TURNS (frequência) - representa o número calculado de picos que exceder um nível de 100 microsegundos (μs). Este número é normalizado para equivaler a um tempo/base de 1 segundo, proporcionando um valor em frequência /segundo (figura 3).

Neste estudo apenas os valores de RMS (raiz quadrada da média) obtidos através do software MVA, foi considerado para análise, pois segundo BASMAJIAN & DE LUCA (1985), é o valor do RMS que proporciona mais informações sobre o sinal eletromiográfico. Observe abaixo, a expressão matemática (RMS), formulada para quantificação do sinal eletromiográfico, e suas correlações com aspectos fisiológicos básicos da contração muscular.

$$RMS[m(\tau, \varphi)] = \left[\lambda(\tau, \varphi) \sum_{i=1}^p h_i^2(\tau) + \lambda(\tau, \varphi) \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^q \sum_{j=1}^q c_{ij}^2(\tau) \right]^{\frac{1}{2}}$$

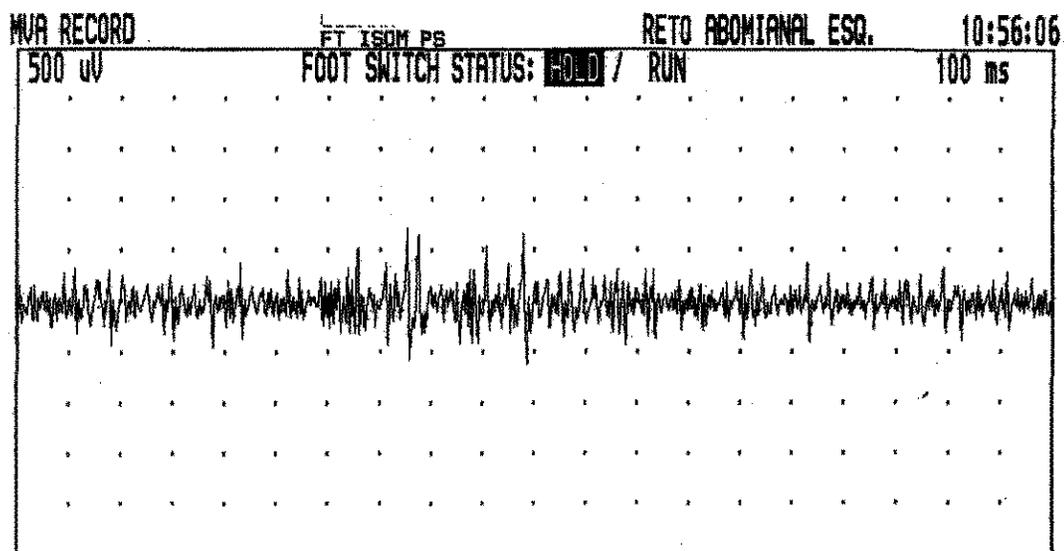
Numero de unidades motoras ativas (recrutamento)	Frequência de disparo das unidades motoras	Forma dos potenciais de ação das unidades motoras (área)	Correlação-cruzada dos disparos das unidades motoras
--	--	--	--

FOP / UNICAMP - Departamento de Morfologia - Anatomia

FILE ID: RUBENS1

V2.1.3

14 APR 94 10:56



PEAK-PEAK AMPLITUDE: 1312 μ V

MEAN RECTIFIED VOLTAGE: 84 μ V

RMS: 120 μ V

TURNS: 194 /s

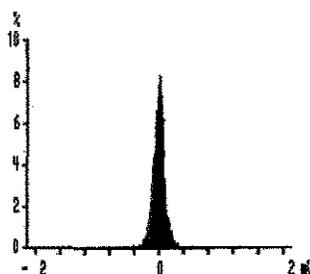


Figura 3 - Exemplo de um exame eletromiográfico obtido de uma das porções do M. reto do abdome, empregando o software MVA .

Os registros eletromiográficos das três porções do M. reto do abdome foram obtidos em sete exercícios diferentes, divididos em 3 grupos de acordo com o tipo de ação muscular. Assim, o grupo A foi formado por três exercícios de contração muscular isotônica; o grupo B por três exercícios de contração muscular isométrica; e o grupo C pelo exercício de sentar-se, que apresenta contração muscular isométrica e isotônica do M. reto do abdome. Os exercícios de números 1, 2 e 3 do grupo A, mostrados nas figuras 4, 5 e 6, são os seguintes:

Exercício de nº 1 - Movimento isotônico de flexão do tronco : voluntário posicionado em decúbito dorsal com membros inferiores semiflexionados e a planta dos pés apoiadas no plano, dedos das mãos cruzados e apoiados na nuca e cotovelos em abdução. O movimento é executado através do enrolamento do tronco, partindo da elevação da cabeça através da flexão da coluna cervical e dorsal alta até a elevação do ângulo inferior das escápulas; portanto, movimentando as inserções do M. reto do abdome em direção à sua origem na crista e sínfise púbica (Figura 4).

Exercício de nº 2 - Movimento isotônico de inclinação posterior da pelve: voluntário posicionado de forma idêntica ao exercício de nº 1, executa o movimento de inclinação posterior da pelve contraindo o M. reto do abdome de forma a provocar um abaixamento da região inferior do abdome juntamente com o aplainamento da região lombar de encontro ao plano (retificação da lordose lombar), movimentando desta forma, sua origem púbica em direção as inserções musculares nas cartilagens costais das 5, 6 e 7 costelas (Figura 5).

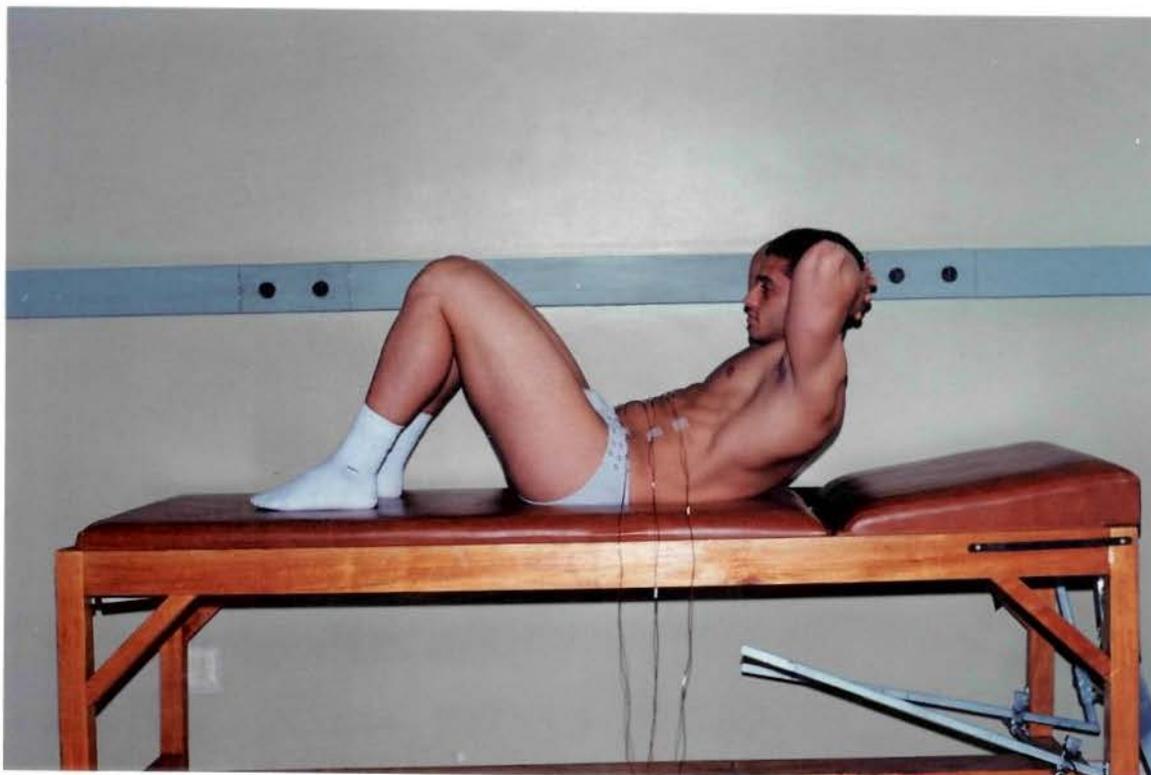


Figura 4 - Exercício nº 1 - enfocando o final do movimento isotônico de flexão do tronco.

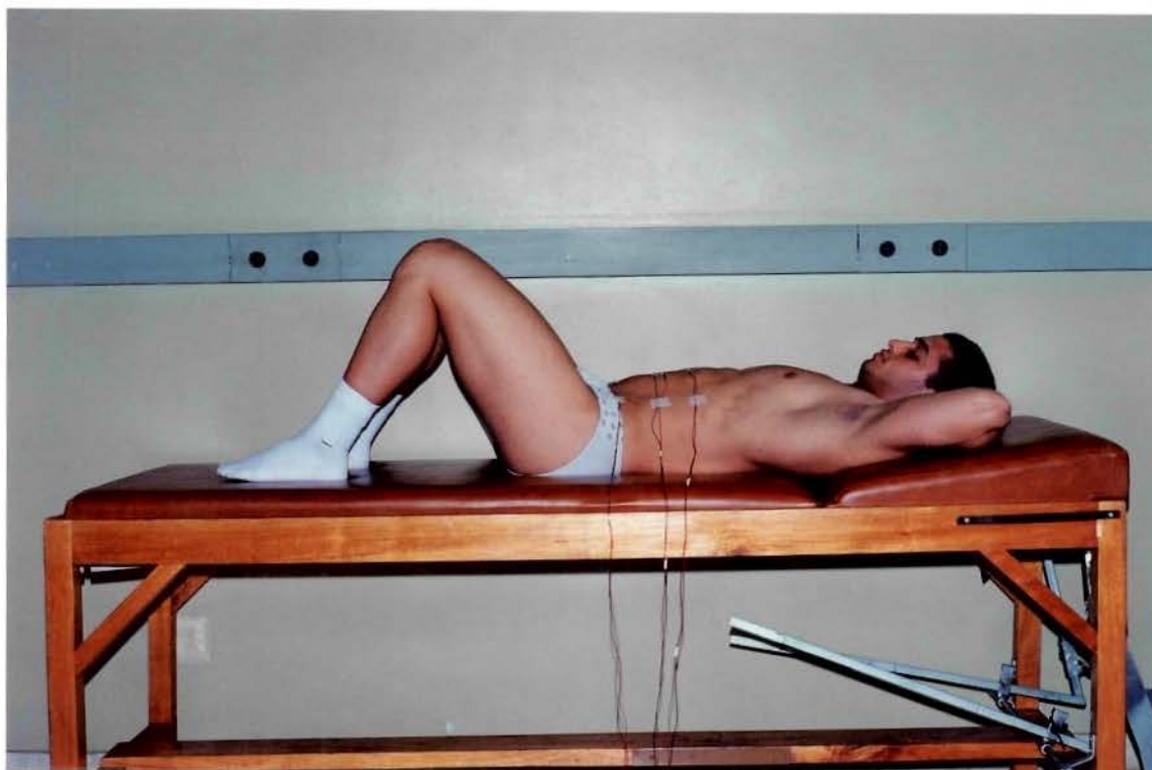


Figura 5 - Exercício nº 2 - mostrando o final do movimento de inclinação posterior da pelve. Observe a retificação da lordose na região lombar sobre o divã.

Exercício de nº 3 - Movimento isotônico de flexão do tronco + inclinação posterior da pelve: voluntário posicionado em decúbito dorsal, membros inferiores flexionados com as articulações do quadril a 90°, mãos apoiadas na região posterior do pescoço e os cotovelos em abdução. O movimento é realizado enrolando o tronco através da flexão da região cervical e dorsal da coluna e a inclinação posterior da pelve através de ligeiro movimento dos membros inferiores em direção ao tronco, de forma a aproximar inserção e origem muscular, simultaneamente (Figura 6).

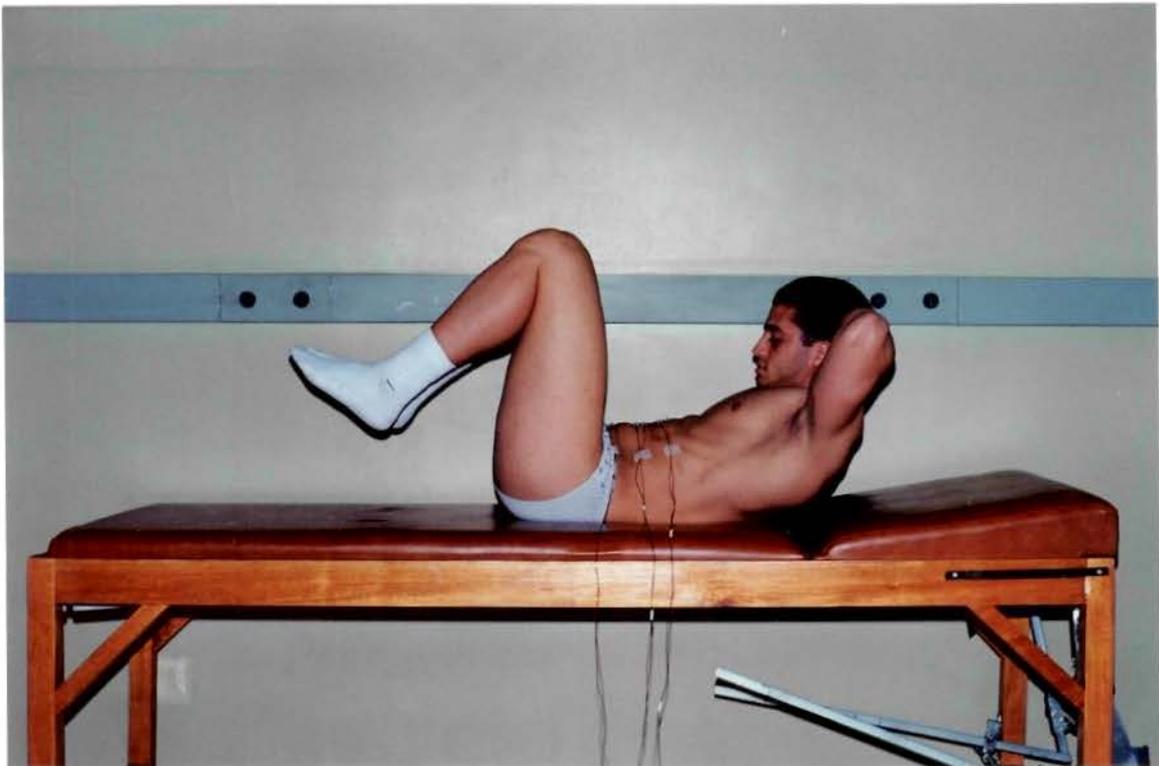


Figura 6 - Exercício nº 3 - mostrando o final do movimento isotônico de flexão do tronco + inclinação posterior da pelve.

Os exercícios de numeros 4, 5 e 6 do grupo B, mostrados nas figuras 7, 8 e 9, são os seguintes:

Exercício de nº 4 - Movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45° : com o corpo inicialmente na posição de decúbito dorsal, membros inferiores estendidos e apoiados no plano e assim mantidos com a ajuda de um assistente, os membros superiores com os dedos cruzados na nuca e cotovelos em abdução; o voluntário flete o tronco sobre os membros inferiores até o ângulo de 45° , sustentando-o durante o tempo determinado para o registro do sinal (Figura 7).

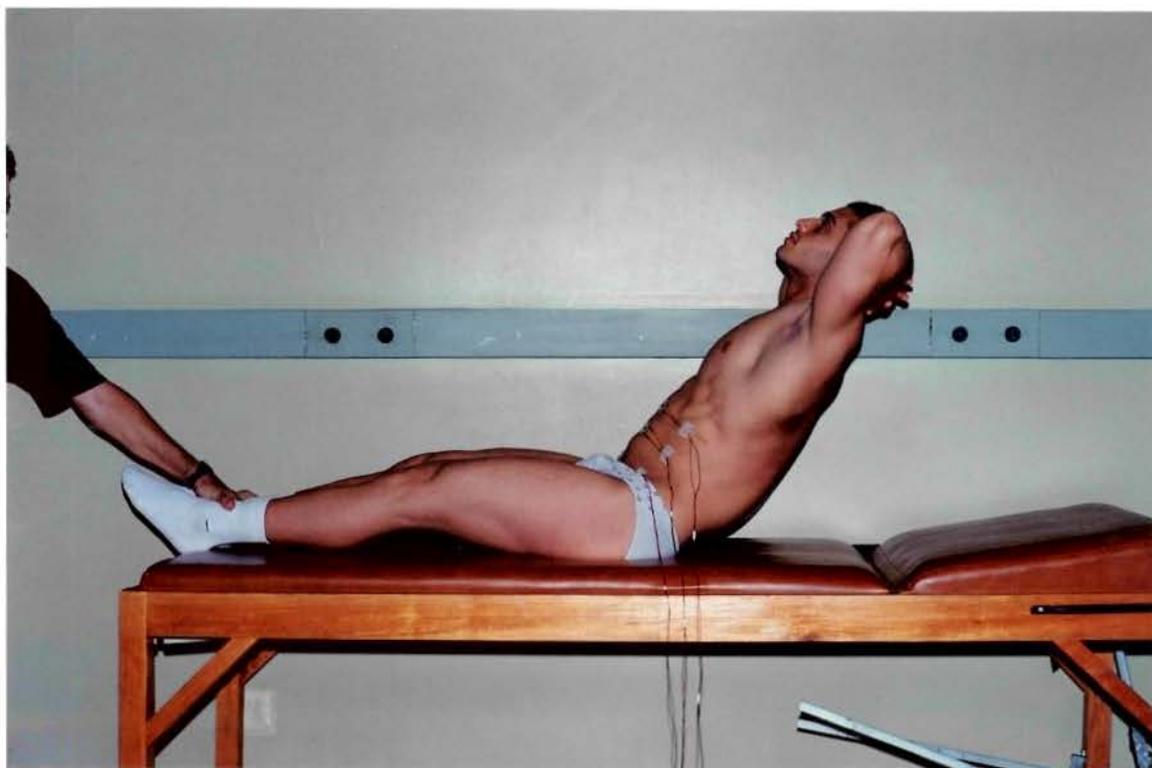


Figura 7 - Exercício nº 4 - mostrando o indivíduo sustentando o tronco ereto flexionado a 45° .

Exercício de nº 5 - Movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos: em decúbito dorsal, voluntário sustentando durante o tempo suficiente para o registro do sinal, os membros inferiores estendidos com a articulação do quadril flexionada a 45°, e os membros superiores cruzados sobre o tronco (Figura 8).

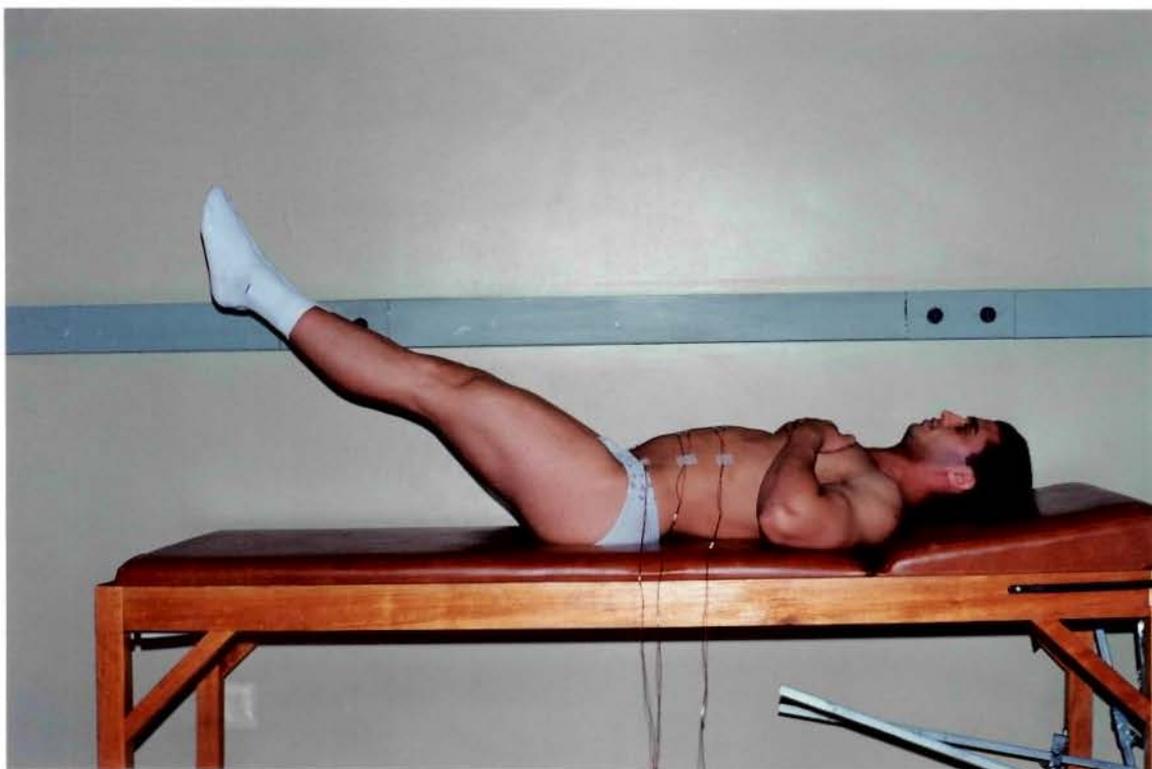


Figura 8 - Exercício nº 5 - mostrando os membros inferiores sendo sustentados estendidos com a coxa flexionada a 45°.

Exercício de nº 6 - Movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos : o voluntário sustenta durante o tempo necessário para registro do sinal, a posição de flexão a 45°, do tronco ereto e da articulação do quadril com membros inferiores estendidos, simultaneamente, formando um "V" (Figura 9).

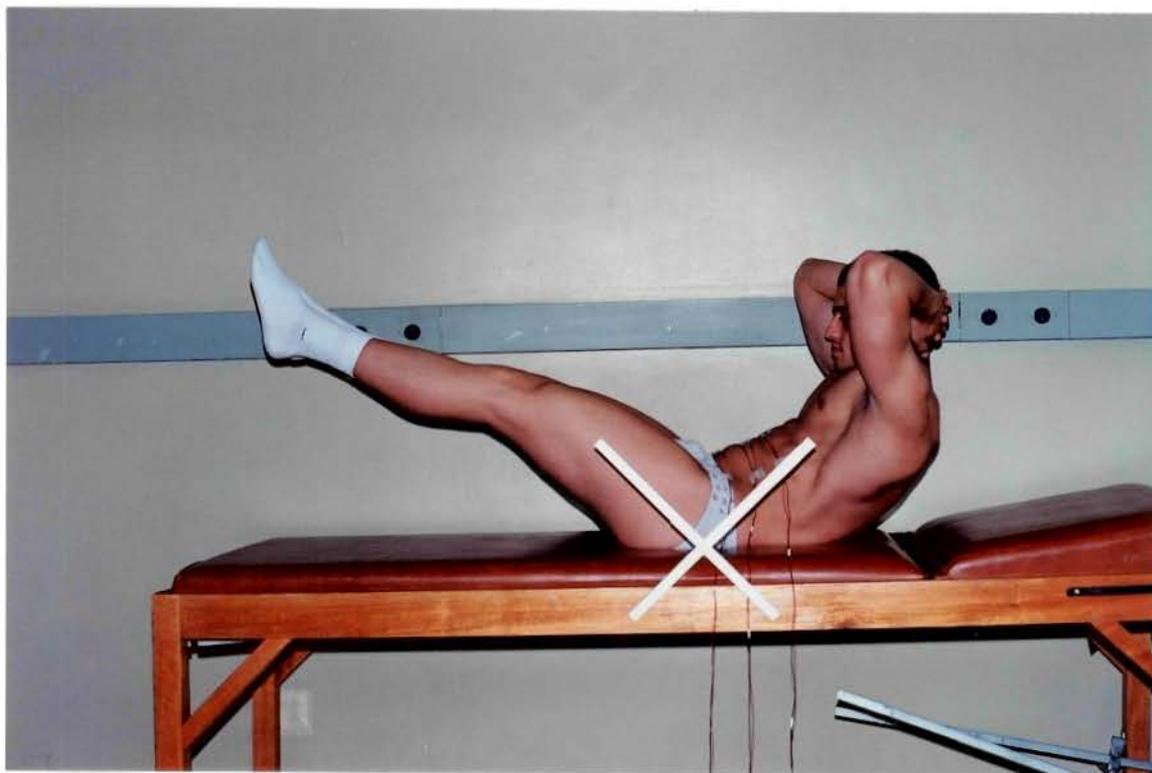


Figura 9 - Exercício nº 6 - mostrando o tronco e os membros inferiores sendo sustentados em flexão de 45°. Observe o goniômetro fixado na borda lateral do divã orientando o grau de flexão do movimento.

Finalmente, o exercício de numero 7 do grupo C, mostrado na figura 10, é o seguinte:

Exercício de nº 7 - Movimento de sentar-se: voluntário posicionado em decúbito dorsal, membros inferiores semiflexionados com a planta dos pés apoiadas no plano, mãos apoiadas na nuca e cotovelos abduzidos. Executando o movimento de sentar-se, iniciando com o enrolamento do tronco através da flexão da coluna cervical e dorsal, seguido da elevação do tronco enrolado, e terminando o movimento a $\pm 80^\circ$ de flexão do tronco. Durante a execução, os pés são mantidos apoiados no plano e com ajuda de um assistente.



Figura 10 - Exercício nº 7 - mostrando o final do movimento de sentar-se.

PROCEDIMENTO

A coleta dos dados obedeceu uma sequência sistematizada de etapas, que foram estabelecidas após estudo piloto e são descritas a seguir.

A primeira parte consistiu em apresentar ao voluntário os exercícios a serem realizados, enfatizando a preocupação com a qualidade de execução de cada movimento. Esta apresentação foi seguida de treinamento, sendo estabelecido junto ao voluntário a posição inicial e final de cada movimento, velocidade de realização dos exercícios isotônicos e tempo de sustentação dos exercícios isométricos, assim como a coordenação do comando verbal entre voluntário e investigador, para início e término de cada movimento, de forma que o registro do sinal a ser captado na tela do eletromiógrafo pudesse ocorrer ao mesmo tempo.

Um goniômetro foi fixado na borda lateral do divã para orientar a execução dos movimentos isométricos. O centro do goniômetro coincidiu com o fulcro da articulação do quadril do indivíduo, e um ângulo de 45° foi fixado tanto para o lado dos membros inferiores como para o lado do tronco (Figura 9).

Em seguida, foi realizada tricotomia e limpeza da pele com álcool no local de fixação dos eletrodos de captação, para evitar interferências e diminuir a impedância elétrica da pele.

Três pares de eletrodos tipo BECKMAN foram fixados na porção inferior (infra-umbilical), na porção média e na superior (supra-umbilical), no músculo do lado esquerdo. A distância entre cada eletrodo foi de 1,5 cm, medido no centro dos eletrodos (Figura 11). O eletrodo terra foi fixado no punho esquerdo.

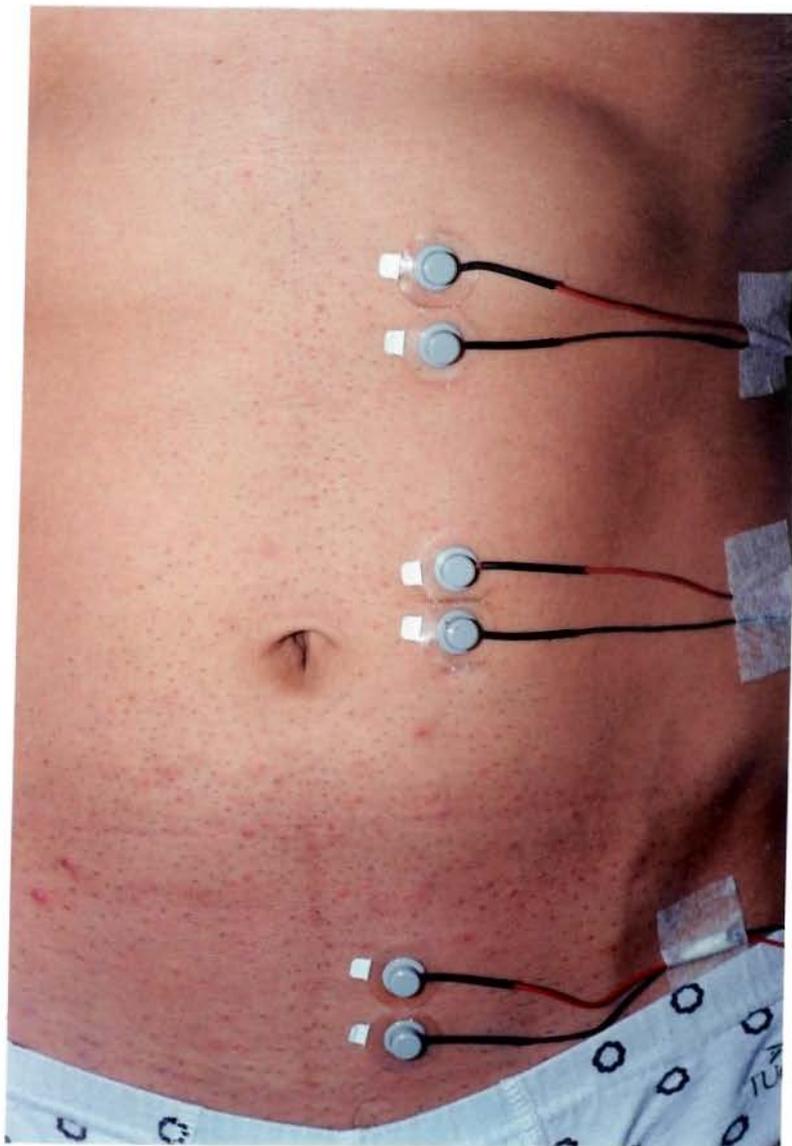


Figura 11 - Mostrando os pares de mini - eletrodos de superfície (tipo Beckman) fixados nas porções superior, media (supra-umbilical) e inferior (infra-umbilical) do M. reto do abdome do lado esquerdo.

A localização exata dos eletrodos em cada uma das três porções foi estabelecida de acordo com as recomendações de BASMAJIAN & DE LUCA (1985), que diz o seguinte: "o local mais adequado para colocação dos eletrodos de captação é a região intermediária entre o centro da zona de inervação (ponto motor), e o tendão do músculo". Assim, para as porções superior e média (supra-umbilical), o centro do músculo foi determinado entre as interseções tendíneas e as bordas médio-lateral. Uma vez localizado o centro da porção, os pares de eletrodos eram fixados entre este ponto central e a intersecção tendínea inferior, longitudinalmente e paralelo às fibras musculares. Para a porção inferior (infra-umbilical), o par de eletrodos também foi fixado acompanhando o sentido das fibras musculares, 8 cm abaixo do umbigo no centro entre a linha alba e o bordo lateral.

Conectados os cabos dos eletrodos no pré-amplificador do eletromiógrafo, era realizado um teste rápido para calibração dos parâmetros de registro do sinal do aparelho. A sensibilidade da amplitude foi estabelecida para cada voluntário e variou de 200 e 500 μV ; o tempo de registro do sinal foi de 100 milissegundos (ms) por divisão e que resultou num tempo total de 2 segundos de registro, correspondendo ao tempo estabelecido para execução de cada exercício. O filtro foi fixado em 2 HZ na baixa frequência e 20 KHZ na alta frequência.

A escolha e a ordem de realização dos sete exercícios foram estabelecidas de forma aleatória, através de sorteio. Primeiro, sorteou-se a ordem dos grupos, em segundo, a ordem dos exercícios dentro de cada grupo, e em terceiro, a ordem das porções musculares a serem registradas dentro de cada exercício.

O sorteio da porções foi necessário, em razão do programa MVA permitir análise quantitativa do sinal somente para um canal de cada vez.

Definida a ordem de realização dos movimentos, iniciou-se a captação dos sinais eletromiográficos das contrações musculares, sendo obtidos três registros de cada porção. Portanto, cada movimento foi repetido nove vezes, e multiplicando-se pelos sete movimentos programados para cada voluntário, 63 registros eletromiográficos foram realizados no total.

Com a preocupação de evitar fadiga muscular, estabeleceu-se um intervalo de 20 segundos entre cada exercício realizado.

No Anexo 3, são mostrados exemplos de registros eletromiográficos para cada um dos sete exercícios, obtidos das três porções do músculo.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi efetuada análise de variância, separadamente, para cada um dos sete exercícios realizados, sendo considerado na análise os três valores de RMS obtidos em cada uma das três porções do M. reto do abdome, onde cada indivíduo foi considerado como um bloco. Esta análise de variância teve como objetivo verificar a existência ou não de diferenças de atividade elétrica entre as porções superior, média e inferior do músculo.

Em seguida, foi aplicado o teste de Tukey para os valores daqueles exercícios que apresentaram diferenças estatisticamente significante entre as três porções estudadas na análise de variância. O objetivo do teste foi o de verificar e identificar as diferenças ocorridas.

Considerando que a análise de variância não conseguiu captar diferenças significantes em três dos sete exercícios propostos, não foi possível a realização de estudo estatístico para verificar as possíveis correlações entre o comportamento

elétrico das três porções do músculo com as diferentes posições do corpo e os tipos de contrações empregadas.

Com o intuito de demonstrar a enorme variabilidade observada no comportamento das porções entre os indivíduos, optou-se pela apresentação da análise gráfica descritiva utilizando a média dos três valores de RMS de cada porção, em cada um dos indivíduos.

RESULTADOS

RESULTADOS

Os resultados são apresentados em duas etapas, sendo a primeira através de análise paramétrica, onde foram empregados análise de variância (teste **F**) e o teste de **Tukey** . Em seguida, uma análise gráfica descritiva dos sete exercícios são apresentados, de forma a complementar a análise paramétrica e demonstrar com mais clareza o comportamento da atividade elétrica das três porções do M. reto do abdome, durante os diferentes tipos de exercícios e de contração muscular a que foram submetidos os indivíduos.

ANÁLISE PARAMÉTRICA

Os valores de **RMS** (espressos em μV) de três sinais eletromiográficos registrados em cada uma das porções (superior, média e inferior) do M. reto do abdome nos 10 voluntários de acordo com cada exercício realizado, estão mostrados nas tabelas 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18, seguido da análise de variância para cada um dos sete exercícios presentes nas tabelas 7, 9, 11, 13, 15, 17 e 19 (Anexo 2).

O resultado da análise de variância pode ser observado na Tabela 1, onde os valores de **F** são mostrados para cada um dos exercícios realizados.

TABELA 1: Valores de **F**, segundo a porção do M. reto do abdome e o voluntário, para os sete exercícios realizados.

Exercícios	F (porção)	F (voluntário)
1	0.04 ns	13.50 s
2	4.34 s	5.21 s
3	0.14 ns	8.52 s
4	3.92 s	9.52 s
5	10.75 s	9.27 s
6	1.43 ns	15.23 s
7	3.03 s	16.27 s

NS = não significante

S = diferença significativa

De acordo com os valores de **F** apresentados na tabela 1, onde a análise de variância mostra que para um nível de significância de 5%, os valores críticos de $F_{(2,60)} = 3,07$ e $F_{(9,60)} = 1,96$, para porções e voluntários, respectivamente, pode-se concluir que existe diferença significativa entre todos os voluntários e, entre as porções, a diferença é significativa nos exercícios 2,4, 5 e 7 (**movimento isotônico de inclinação posterior de pelve, movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45°, movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos com a articulação coxo-femural flexionada a 45° e o movimento de sentar**).

Uma vez determinado através do teste **F** a existência de diferença significativa entre as porções do M. reto do abdome foi aplicado o teste de Tukey para verificar-se como e onde estas diferenças ocorrem. Nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 pode ser observado o resultado do teste de Tukey para os exercícios 2, 4, 5 e 7, respectivamente.

Tabela 2 - Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 2 - **movimento isotônico de inclinação posterior da pelve.**

Pares de média	Valor absoluto da diferença
superior x média	$87.27 - 50.93 = 36.34 *$
superior x inferior	$87.27 - 59.17 = 28.1$
inferior x média	$59.17 - 50.93 = 8.24$

De acordo com o teste de Tukey a diferença mínima significativa é 31.067, para um nível de 5% de significância. Então, conclui-se, observando a Tabela 2, que pela média das três porções, ocorreu diferença significativa somente entre as porções superior e média (*), onde a porção superior apresenta valor médio de RMS maior do que a porção média.

Tabela 3 - Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 4 - **movimento isométrico de sustentação do tronco flexionado.**

Pares de média	Valor absoluto da diferença
superior x média	$148.97 - 106.20 = 42.77 *$
superior x inferior	$148.97 - 108.57 = 40.4$
inferior x média	$108.57 - 106.20 = 2.37$

De acordo com o teste de Tukey a diferença mínima significativa é 41.254, para um nível de 5% de significância. Então, conclui-se, observando a Tabela 3, que, pela média das três porções, ocorreu diferença significativa somente entre as porções superior e média (*), onde a porção superior apresenta valor médio de RMS maior do que a porção média.

Tabela 4 - Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 5 - **movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores flexionados.**

Pares de média	Valor absoluto da diferença
superior x média	$99.70 - 60.26 = 39.44 *$
superior x inferior	$99.70 - 72.83 = 26.87 *$
inferior x média	$72.83 - 60.26 = 12.57$

De acordo com o teste de Tukey a diferença mínima significante é 20.883, para um nível de 5% de significância. Então, conclui-se, observando a Tabela 4, que pela média das três porções, ocorreu diferença significante entre as porções superior e média (*), e entre as porções superior e inferior (*), onde a porção superior apresenta valores médios de RMS maior do que a porção média e a inferior.

Tabela 5 - Valores absolutos das diferenças entre as médias dos valores obtidos das porções superior, média e inferior do M. reto do abdome, no exercício nº 7 - **movimento de sentar.**

Pares de média	Valor absoluto da diferença
superior x média	$180.97 - 155.53 = 25.44$
superior x inferior	$180.97 - 137.87 = 43.1 *$
média x inferior	$155.53 - 137.87 = 17.66$

De acordo com o teste de Tukey a diferença mínima significante é 42.275, para um nível de 5% de significância. Então, conclui-se, observando a Tabela 5, que pela média das três porções, ocorreu diferença significante somente entre as porções superior e inferior (*), onde a porção superior apresenta valor médio de RMS maior do que a porção inferior.

Finalmente, o resultado da análise paramétrica realizada para as três porções do M. reto do abdome nos 10 indivíduos, demonstrou que os exercícios 1, 3 e 6 (**movimento isotônico de flexão do tronco, movimento isotônico de flexão do tronco e inclinação posterior da pelve, e o movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos flexionados à 45°, respectivamente**), não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as porções.

Nos exercícios 2, 4, 5 e 7 (**movimento isotônico de inclinação posterior de pelve, movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45°, movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos e flexionados a 45°, e movimento de sentar, respectivamente**), as diferenças observadas foram consideradas estatisticamente significantes entre a porção superior e média nos exercícios 2 e 4; as porções superior e média, e superior e inferior no exercício 5; e a porção superior e inferior no exercício 7. Como os valores médios de RMS da porção superior foram sempre maiores nos quatro exercícios, nota-se uma tendência da porção superior em apresentar atividade elétrica maior do que as porções média e inferior, independente do tipo de exercício realizado.

ANÁLISE GRÁFICA

Os valores médios de **RMS** (expressos em μV) de cada uma das três porções do M. reto do abdome, dos 10 indivíduos, estão mostrados nos gráficos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, de acordo com cada um dos sete exercícios realizados, juntamente com uma análise descritiva.

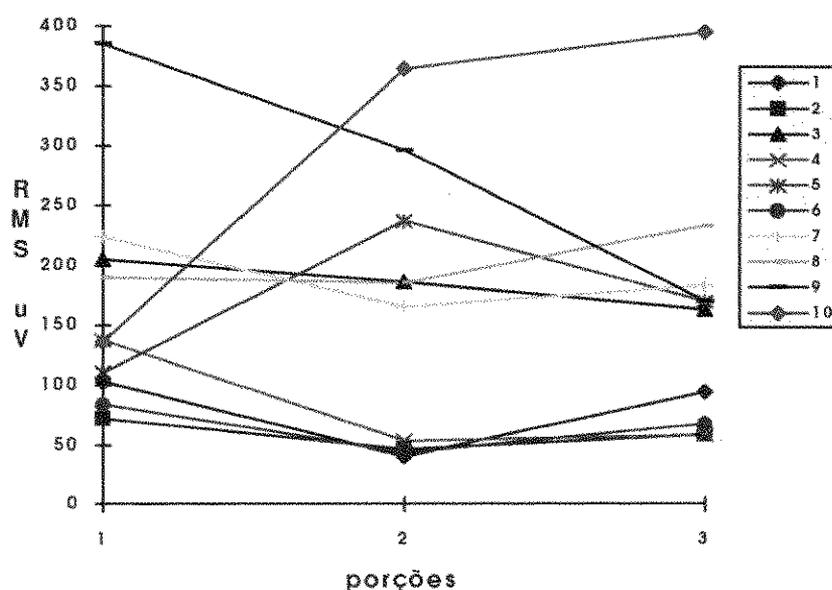


GRÁFICO 1 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 1 - movimento isotônico de flexão de tronco.

Observando o gráfico 1, onde os 10 indivíduos realizaram o exercício nº 1 - movimento isotônico de flexão de tronco, nota-se que os indivíduos de nº 1, 2, 6 e 7, apresentam um comportamento semelhante, de forma que os valores de RMS das porções superior (1) e inferior (3) são semelhantes e sempre maiores do que os valores da porção média (2). No indivíduo de nº 3, parece não existir diferença importante entre as três porções, pois os valores de RMS não diferem muito entre si. Já os indivíduos de nº 4, 5, 8, 9 e 10 apresentam comportamento diferente dos

anteriores e também diferem entre si. Note que no de nº 4, o valor da porção superior (1) é maior do que as porções média (2) e inferior (3) que são iguais; no de nº 5, a porção superior (1) apresenta valor de RMS menor que a porção média (2) e que a porção inferior (3), que por sua vez é menor que a porção média (2); no de nº 8, o valor da porção inferior (3) é maior que as porções superior (1) e média (2), que são iguais; no de nº 9, é a porção superior (1) que apresenta valor maior que as porções média (2) e inferior (3). Por último, no de nº 10, os valores das porções superior (1) e média (2) têm um comportamento parecido com o indivíduo de nº 5, onde a porção superior (1) apresenta valor expressivamente menor que a média (2), só que quem apresenta o maior valor entre as três porções é a inferior (3).

O resultado da observação do gráfico 1, demonstra que não existe um padrão de comportamento comum entre as três porções do M. reto do abdome nos 10 indivíduos observados, pois somente 4 deles apresentaram um comportamento semelhante (indivíduos 1, 2, 6 e 7). Os outros 6 indivíduos apresentaram um comportamento que difere, não só daqueles quatro anteriormente citados, mas também diferem entre si. Essa ausência de um padrão de comportamento comum entre as três porções do músculo nos 10 indivíduos demonstrado no gráfico 1, pode também, ser notado nos outros exercícios (gráficos 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

As observações relatadas do gráfico 1 são, também, muito semelhantes àquelas presentes no gráfico 3 e 7, demonstrando que os exercícios de nº 1 (movimento de isotônico de flexão do tronco), nº 3 (movimento isotônico de flexão de tronco e inclinação posterior de pelve), e o nº 7 (movimento de sentar), podem ter evocado atividade muscular semelhante dos 10 indivíduos testados. Observe que, além da escala de valores de RMS ser quase igual nos três gráficos, indicando nível

de atividade elétrica semelhante, o tipo de contração muscular empregada também foi a mesma, ou seja, contração isotônica envolvendo sempre o movimento de enrolamento do tronco.

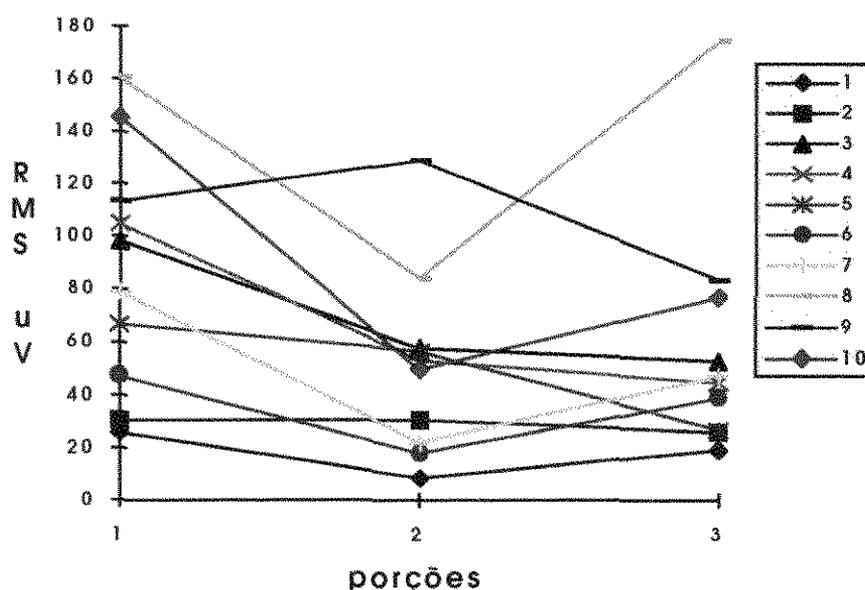


GRÁFICO 2 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 2 - movimento isotônico de inclinação posterior de pelve.

No gráfico 2, nota-se, inicialmente, que a escala de valores de RMS é menor do que aquelas apresentadas nos gráficos 1, 3, 4, 6 e 7, aproximando-se somente da escala apresentada no gráfico 5, de forma que para a realização desses dois exercícios (nº 2 - **movimento isotônico de inclinação posterior de pelve** e o nº 5 - **movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos**), o nível de atividade elétrica empregado pelos indivíduos foi menor do que para o restante dos exercícios.

O comportamento das três porções do músculo nos indivíduos 1, 2, 3, 4, 6, e 7, não se modificaram quando comparado ao padrão demonstrado nos gráficos 1, 3 e 7; no entanto, para os indivíduos 5, 8, 9 e 10 ocorreu mudança no padrão de comportamento das três porções. Observe, por exemplo, o indivíduo 10:

no exercício nº 2 (gráfico 2) mostra um valor de RMS na porção superior (1) maior do que os valores das porções média (2) e inferior (3), e quando comparamos o mesmo indivíduo (10) no exercício nº 1 (gráfico 1), notaremos uma inversão completa dos valores de RMS das três porções que foram observados no exercício nº 2. Portanto, para os indivíduos 5, 8, 9 e 10 a mudança do tipo de exercício pode ter provocado mudança no comportamento das três porções do músculo, uma vez que o exercício nº 2 (apesar de também ser realizado através de contração isotônica), difere totalmente dos exercícios de nº 1, 3 e 7, onde o padrão individual de cada um dos 10 indivíduos foi mantido.

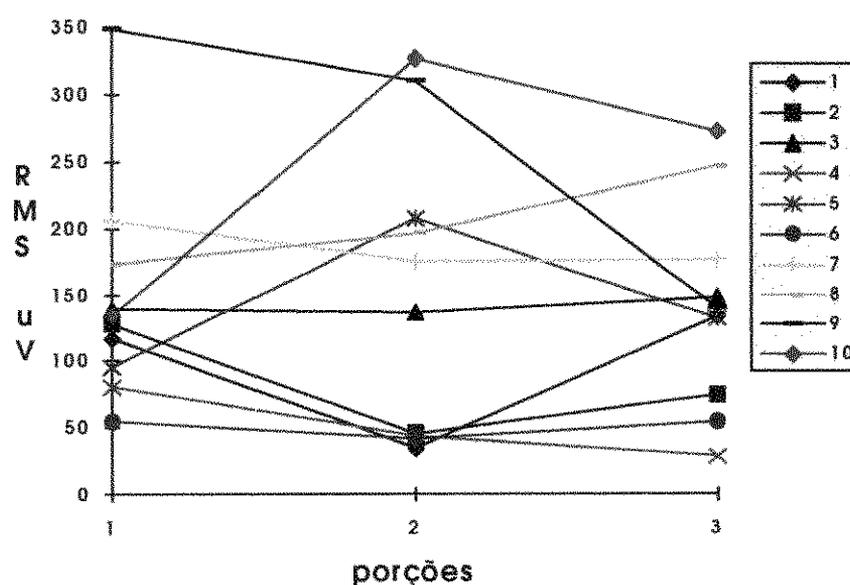


GRÁFICO 3 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 3 - movimento isotônico de flexão de tronco e inclinação posterior de pelve.

Os exercícios 4, 5 e 6, mostrados a seguir nos gráficos 4, 5 e 6, são exercícios que foram realizados através de contração isométrica, cujas atividades elétricas foram captadas durante o esforço do músculo em sustentar três diferentes posições estabelecidas, e da mesma forma que os exercícios anteriores (1, 2, 3 e 7), não se observa um padrão de comportamento comum entre as porções nos 10 indivíduos.

Ao observarmos os indivíduos 1 e 6 nos três gráficos (4, 5 e 6), podemos verificar que não ocorreu mudanças importantes no comportamento das três porções do músculo, comportando-se de forma semelhante, independente do tipo de exercício isométrico realizado. O interessante é que, para esses dois indivíduos, o padrão de comportamento das três porções também foram semelhantes nos outros quatro exercícios (1, 2, 3 e 7), demonstrando que tanto a posição do corpo (tipo de exercício) como o tipo de contração, não modificaram o padrão de comportamento das três porções do músculo.

Para os outros oito indivíduos (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10), observa-se exatamente o oposto do que ocorreu com os indivíduos 1 e 6, ou seja, mudança no padrão de comportamento das porções do músculo dependendo do tipo de exercício isométrico realizado. Note-se, por exemplo, o comportamento das porções do músculo do indivíduo 9 nos gráficos 4, 5 e 6, e observe-se que, no exercício nº 4 (gráfico 4), a porção média (2) apresenta o valor de RMS maior do que o das porções superior (1) e inferior (3); já no exercício nº 5 (gráfico 5) a porção média (2) apresenta valor de RMS menor do que o valor da porção superior (1), e no exercício nº 6 (gráfico 6) a porção média (2) volta a apresentar valor de RMS um pouco maior

do que a porção superior (1), só que, diferentemente do exercício nº 4, o valor da porção inferior (3) apresenta-se claramente menor do que as outras duas porções.

Portanto, o resultado das observações dos gráficos 4, 5 e 6 demonstra que, a maioria dos indivíduos ($n = 8$) estudados, apresenta um padrão de comportamento (das três porções do músculo) que diferem entre si e também entre cada um dos três tipos de exercícios isométricos realizados. Isto sugere que a contração muscular isométrica associada a diferentes posições do corpo, pode evocar atividade elétrica diferente para cada uma das três porções do M. reto do abdome.

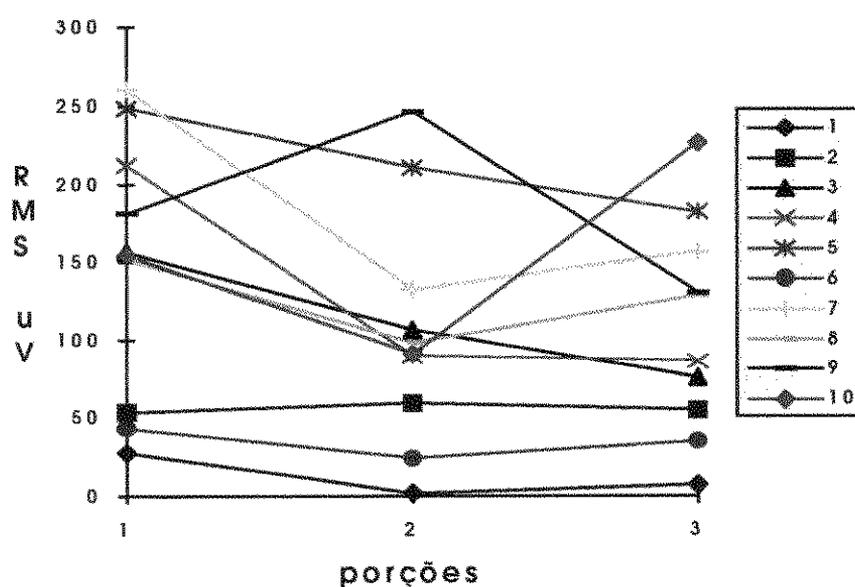


GRÁFICO 4 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45° .

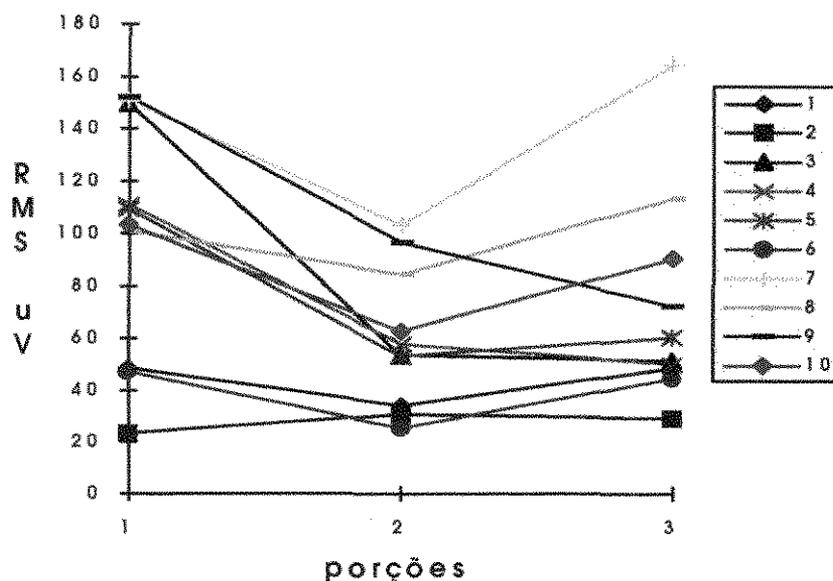


GRÁFICO 5 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos com a articulação coxo-femural flexionada a 45° .

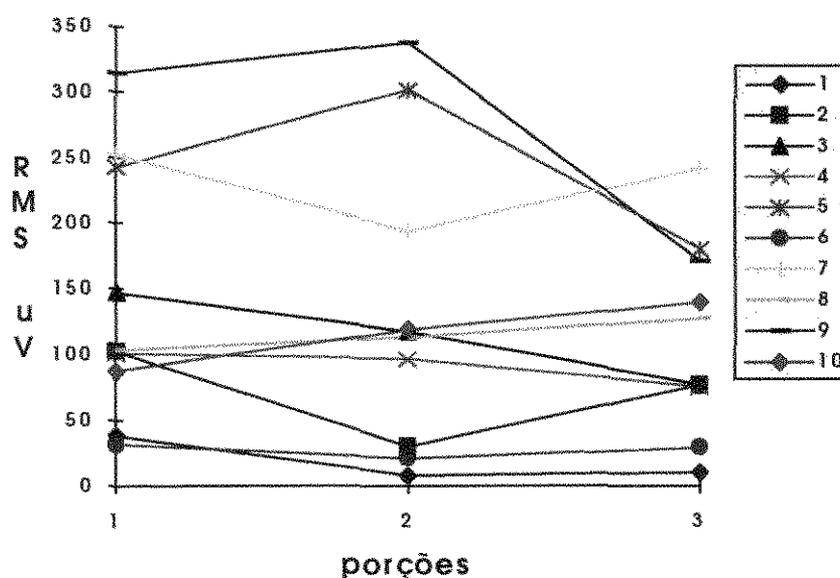


GRÁFICO 6 - Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 6 - movimento isométrico sustentação do tronco ereto e de membros inferiores estendidos e flexionados a 45° .

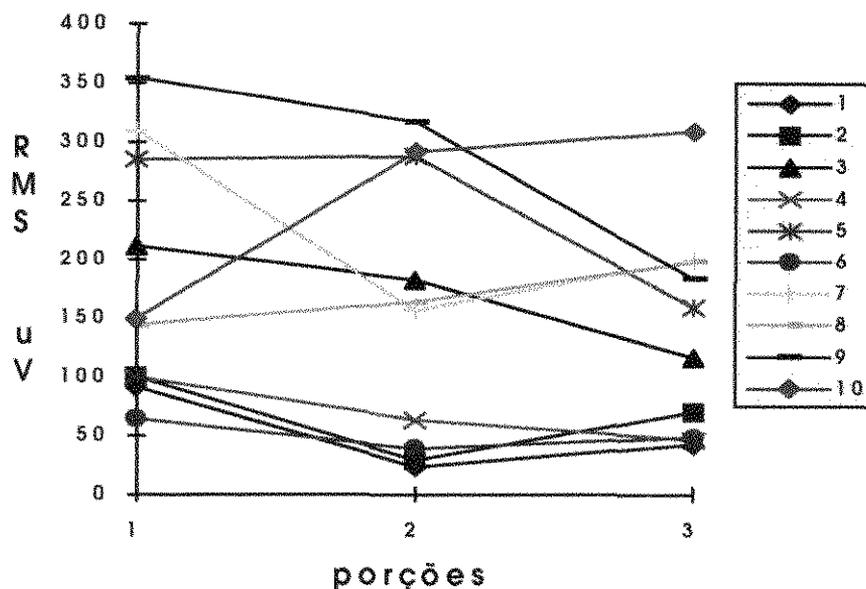


GRÁFICO 7- Média dos valores de RMS (μV) das porções superior (1), média (2) e inferior (3), do M. reto do abdome esquerdo, de 10 indivíduos, no exercício nº 7 - movimento de sentar-se.

O resultado da análise gráfica demonstra que não foi possível observar a existência de um padrão de comportamento comum para as três porções do M. reto do abdome nos 10 indivíduos analisados, em nenhum dos sete exercícios propostos, demonstrando, com isto, um grau elevado de heterogeneidade entre os indivíduos.

Entretanto, quando o padrão de comportamento das três porções do músculo é analisado individualmente, para cada um dos exercícios realizados, observa-se que mudanças podem ocorrer dependendo da posição do corpo estabelecida durante o exercício e do tipo de contração muscular utilizada na execução dos mesmos. Exceção ocorreu em dois indivíduos, onde o padrão de comportamento das três porções do músculo se manteve igual, independentemente do tipo de exercício e do tipo de contração utilizada.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste estudo foi analisado, através da eletromiografia quantitativa, o comportamento de três porções do M. reto do abdome (porção superior e média - supraumbilical, e porção inferior - infraumbilical), durante movimentos isotônicos e isométricos de flexão do tronco e inclinação posterior da pelve, presentes em sete exercícios diferentes, com a intenção de entender a forma pela qual o M. reto do abdome utiliza suas porções para executar a ação flexora e estabilizadora do conjunto tronco-pelve.

O passo inicial foi estabelecer condições adequadas que pudessem colocar o M. reto do abdome em atividade, de modo a contemplar às mais variadas formas de atividades físicas que, normalmente, foram e são empregadas para estimular a ação desse músculo, e que possibilitaria confrontar os resultados de forma mais abrangente.

Assim, no intuito de estabelecer a atividade física mais adequada, quatro condições básicas foram consideradas: a posição do corpo, o tipo de exercício, o tipo de contração muscular e a velocidade de execução do exercício.

A posição do corpo que, classicamente, tem sido mais empregada para a realização de exercícios abdominais, é a posição de decúbito dorsal. Esta posição foi empregada na maioria dos estudos eletromiográficos realizados no M. reto do abdome. Algumas modificações, a partir desta posição, também foram utilizadas, com mudanças na posição dos membros inferiores (flexionados, estendidos, apoiados e não apoiados), dos membros superiores (ao longo do corpo, mãos apoiadas na nuca, braços cruzados à frente do torax), em prancha inclinada, entre outras. Alguns autores (GUIMARÃES, et. al. 1991; GUTIN & LIPETZ, 1971), propuseram estudos onde os exercícios eram realizados com o corpo em suspensão nas barras paralelas ou no espaldar, nos quais os membros inferiores eram flexionados através de forte ação do músculos abdominais. Outra

possibilidade seria a realização da flexão do tronco, com o corpo pendente e suspenso pelos pés, e que não foi encontrado na literatura pesquisada.

Na posição ortostática, pouca atividade elétrica dos músculos da parede abdominal foi observado, em razão da ausência da gravidade que contribui com a falta de resistência à ação do músculo (SHEFFIELD, 1962), sendo, inclusive, questionado o papel postural desses músculos durante a marcha.

Considerando que o objetivo foi estudar o comportamento de três porções do M. reto do abdome, sem a preocupação de determinar o exercício que provocaria maior ou menor atividade elétrica do músculo, optou-se pela posição de decúbito dorsal, em superfície plana, como a forma mais adequada para a realização dos exercícios estabelecidos neste estudo.

Uma vez determinado a posição do corpo, o problema era estabelecer um conjunto de exercícios que fosse capaz de responder tanto as necessidades metodológicas deste estudo como servir de base para confrontar com estudos anteriormente realizados. Assim, aspectos anatômicos, biomecânicos e cinesiológicos básicos foram considerados, uma vez que estão presentes em todos os tipos de exercícios abdominais.

O resultado foi a escolha de sete exercícios, onde as duas funções básicas (ação flexora e ação estabilizadora do conjunto tronco-pelve) foram consideradas, alternando os pontos de fixação do músculo para cada ação muscular.

Com a determinação da posição do corpo, do tipo de exercício e do tipo de contração muscular, restava-nos estabelecer a velocidade de execução dos exercícios, completando as quatro condições básicas, anteriormente descritas.

A esse respeito, GUTIN & LIPETZ (1971) sugeriram que a velocidade de execução poderia ser um fator crítico quando se pretendia comparar a atividade elétrica dos músculos. GODFREY et. al. (1977), realizaram um trabalho onde o fator velocidade de execução foi considerado, e os resultados demonstraram que os exercícios realizados de forma rápida apresentaram maior atividade elétrica do que

aqueles executados de forma lenta. GUIMARÃES et. al. (1991) e MORAES (1993) também se preocuparam com este fator, e estabeleceram um tempo para execução, utilizando um metrônomo para orientar os indivíduos durante a execução dos exercícios.

Preocupados em eliminar esse fator de variação, foi estabelecido o tempo de 2 segundos para a realização dos sete exercícios propostos, que foram treinados antes da coleta dos dados. A limitação neste estudo foi a impossibilidade de controlar de forma constante a velocidade de execução, estabelecida em 2 segundos, durante toda amplitude do movimento, nos exercícios isotônicos, onde a maior possibilidade de descontrole pode ter ocorrido no exercício nº 2 (movimento isotônico de inclinação posterior da pelve), em razão da pouca familiaridade demonstrada pelos indivíduos com o movimento e, também, com o pequeno grau de amplitude do movimento (10°) que ocorre na inclinação da pelve.

Com relação aos elementos da amostra, escolheu-se indivíduos do sexo masculino, bem treinados, (com o M. reto do abdome apresentando delineamento visível e palpável das bordas lateral, medial, superior e inferior), cuja preocupação inicial foi no sentido de garantir uma adequada colocação dos eletrodos de superfície de forma a não deixar dúvidas sobre a identidade e a qualidade do sinal mioelétrico captado. Preocupação esta que, também, foi expressada por (FLINT, 1965; WALTERS & PATRIDGE, 1957; GUTIN e LIPETZ, 1971). Além disso, indivíduos bem treinados estão familiarizados com exercícios abdominais e existe menor possibilidade de fadiga muscular, o que representa uma garantia na qualidade de execução dos movimentos, durante a realização dos exercícios programados. Em contrapartida, essa especificação na determinação da amostra, pode significar um limite numa possível generalização dos resultados obtidos.

É importante lembrar que nos indivíduos testados (embora bem treinados), tanto a programação rotineira de exercícios abdominais como o tipo de

atividade física ou esportiva praticadas por eles, não eram as mesmas (vide quadro no Anexo 1).

A seguir, passaremos a analisar a questão fundamental do presente estudo: a comparação dos resultados obtidos em cada uma das três porções do músculo, em função dos tipos de contrações musculares empregadas nos sete diferentes exercícios propostos.

O primeiro aspecto a ser analisado, é a existência ou não, de diferenças de atividade elétrica entre as três porções do M. reto do abdome.

O resultado da análise de variância, obtido dos valores médios de RMS das três porções nos sete exercícios (Tabela 1), nos mostra que, para um nível de significância de 5%, ocorreu diferença significativa entre as porções somente para quatro dos sete exercícios propostos. Em outras palavras, isto significa que para os dez indivíduos testados, existiu diferença de atividade elétrica estatisticamente significativa entre as porções, nos exercícios 2, 4, 5 e 7; no entanto, este mesmo teste, não foi sensível para captar diferenças significantes entre as três porções nos exercícios 1, 3 e 6.

Com base nos dados coletados (valores de RMS) e nos princípios que fundamentaram os movimentos propostos neste estudo, seria de se esperar que as três porções apresentassem atividade elétrica diferente entre si, em todos os exercícios propostos.

Se compararmos os exercícios 1 e 3 (cujo resultado da análise de variância não apresenta diferença significativa) com o exercício 7 (que apresentou diferença estatisticamente significativa), pode-se constatar que o movimento isotônico realizado pelo músculo para enrolar o tronco durante a flexão é comum para os três exercícios e, também, se considerarmos a análise gráfica descritiva, comparando os gráficos 1, 3 e 7, verificar-se-á um comportamento semelhante das três porções, para cada um dos dez indivíduos, na realização desses três exercícios. Por outro lado, observando todos os gráficos (1 a 7), notar-se-á que não existe um padrão de comportamento comum das três porções para os dez indivíduos testados,

demonstrando falta de homogeneidade entre os indivíduos do grupo. Este fato, pode ter contribuído com o resultado demonstrado na análise de variância para os exercícios 1, 3 e 6.

A grande maioria dos autores pesquisados, observou diferenças de atividade elétrica entre as porções superior e inferior do M. reto do abdome. SHEFFIELD (1962), FLINT (1965) e EKHOLM et. al. (1979), estudando os músculos da parede ántero-lateral do abdome, mesmo sem se preocupar, especificamente, com as porções do M. reto do abdome, relataram atividade elétrica diferente entre elas. CROWE et.al. (1961; apud KENDALL, 1990), descrevem que a atividade elétrica aparece primeiro na porção superior do abdome e só 0,2 a 0,3 segundos mais tarde é que a porção inferior do reto e o obliquo interno iniciam suas atividades. WALTERS & PATRIDGE (1957), apresentam um estudo detalhado das porções superior e inferior do músculo, relacionando-as com contrações isotônica e isométrica e com diferentes posição do corpo, mostrando as diferentes formas de participação de cada uma das porções. GUIMARÃES & CRESCENTE (1984), num estudo piloto, relatam diferentes atividades entre as porções superior e inferior do músculo. GUTIN & LIPETZ (1971), GUIMARÃES et. al. (1991) e MORAES (1993), em um estudo específico do M. reto do abdome, durante exercícios extenuantes, demonstram um predomínio de atividade da porção superior em todos os exercícios. NORRIS (1993), enfatiza a importância do porção inferior, atuando na inclinação pélvica, durante o emprego de exercícios de fortalecimento abdominal. SOUSA & FURLANI (1974), foram os únicos autores, por nós pesquisados, que relataram não acreditar na existência de diferenças de atividades elétrica entre as porções do M. reto do abdome.

Portanto, os resultados indicam que para a maioria dos indivíduos, o M. reto do abdome realiza sua ação, através de contrações musculares, onde suas porções atuam com atividade elétrica que diferem entre si. Entretanto, a possibilidade de alguns indivíduos não apresentarem diferenças de atividade elétrica

entre as porções do músculo, não deve ser descartada como resultado deste estudo.

A questão que comparece a seguir é entender o comportamento elétrico das três porções, em função das diferentes condições estabelecidas, uma vez que, os estudos sugerem diferenças de atividade elétrica entre elas.

O resultado do teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, aplicado para os exercícios que apresentaram diferenças estatisticamente significante na análise de variância (Tabelas 2, 3, 4 e 5), demonstram um predomínio da porção superior sobre as outras, independente do exercício e do tipo de contração muscular empregada.

Resultados semelhantes, com predomínio da porção superior, podem ser observados nos estudos de GUTIN & LIPETZ (1971), GUIMARÃES et.al. (1991) e MORAES (1993), embora a preocupação tenha sido no sentido de verificar a intensidade de atividade dos exercícios e não as possíveis diferenças entre as porções.

SHEFFIELD (1962), relatou marcada atividade dos músculos da parede ântero-lateral, particularmente na porção superior do reto, quando os indivíduos elevaram os membros inferiores do solo, concordando com os resultados obtidos no exercício 5 (Tabela 4), onde a porção superior apresentou valores médios de RMS maiores do que as porções média e inferior.

WALTERS & PATRIDGE (1957), relataram que quando o músculo atua como estabilizador, a porção que se encontra mais distante do peso que está sendo levantado é aquela que apresenta mais atividade. Estes achados estão de acordo com o resultado obtido no exercício 5 (Tabela 4), mas, ao mesmo tempo, contrariam aqueles resultados observados no exercício 4 (Tabela 3), onde não ocorreu diferença significativa entre as porções superior e inferior. A mesma situação contraditória ocorreu quando os autores se referem à ação flexora do músculo. Segundo os autores a porção inferior foi mais ativa, durante contrações isotônicas para inclinar posteriormente a pelve, contrariando os resultados obtidos no exercício

2 (Tabela 2) que não apresentam diferença significativa entre as porções superior e inferior; já a porção superior foi mais ativa durante as contrações isotônicas para flexionar o tronco, estando de acordo com os resultados obtidos no exercício 7 (Tabela 5). Portanto, as mudanças de atividade elétrica entre as porções, ocorridas em decorrência da mudança do segmento a ser movimentado e do tipo de contração muscular (que ocorreram no trabalho de WALTERS & PATRIDGE, 1957), não foram verificadas em nossa análise estatística. Ocorre que o relato desses autores baseou-se em observações realizadas em apenas dois indivíduos, enquanto os resultados apresentados em nosso estudo, tiveram como base, a média dos valores de RMS de dez indivíduos.

FLINT (1965), encontrou resultados semelhantes àqueles observados no exercício 7 (Tabela 5), com maior atividade da porção superior.

Cabe lembrar que a atividade elétrica da porção média do músculo não foram captadas nos trabalhos de GUTIN & LIPETZ (1971), GUIMARÃES et.al.(1991) e MORAES (1993), SHEFFIELD (1962), EKHOLM et.al. (1979), FLINT (1965). Diferentemente dos outros, WALTERS & PATRIDGE (1957) captaram a atividade elétrica das duas porções imediatamente acima do umbigo, através de apenas um par de eletrodos, e consideraram este registro como sendo da porção superior.

SOUSA & FURLANI (1974), foram os únicos autores a se preocuparem com as três porções do músculo e não verificaram diferenças entre essas porções, contrariando todos os autores pesquisados e, também, os resultados (do teste de Tukey) obtidos neste estudo, talvez em decorrência da natureza da técnica e dos equipamentos empregados .

Ainda com relação aos resultados demonstrados no teste de Tukey, podemos observar nas tabelas 2, 3, 4 e 5 que, comparativamente, a menor diferença entre os valores médios de RMS ocorreu entre as porções média e inferior nos quatro exercícios, embora estas diferenças não apresentem significância estatística.

Em que pese, os resultados deste estudo e de parte dos autores revisados, sugerirem uma tendência de predomínio da porção superior sobre as outras duas, uma resposta mais clara e conclusiva, sobre o comportamento elétrico das porções do M. reto do abdome e sua relação com diferentes movimentos e tipos de contrações musculares, ficou comprometida neste estudo estatístico, uma vez que os exercícios 1, 3 e 6 (quase a metade dos exercícios propostos), não puderam ser submetidos ao teste de Tukey (por não apresentarem diferenças significativamente estatística na análise de variância - teste F).

Assim a análise gráfica descritiva, realizada a partir da média dos valores de RMS de cada uma das três porções do músculo, foi levada a efeito no sentido de contribuir com a análise geral dos resultados obtidos neste estudo.

A primeira observação importante, como resultado desta análise gráfica, demonstrou a inexistência de um padrão de comportamento comum das três porções, entre os dez indivíduos testados (Gráficos 1 a 7). Este dado tem correlação com os resultados apresentados na Tabela 1, onde os voluntários foram considerados como causa de variação e apresentaram diferenças estatisticamente significante entre eles. Portanto, verificamos que apesar da padronização dos procedimentos durante coleta dos dados, o padrão de comportamento das três porções para cada um dos indivíduos não foram semelhantes, sugerindo falta de homogeneidade do grupo de indivíduos testados. Este fato pode ter influenciado o resultado da análise de variância aplicada nos exercícios (1, 3 e 6) que não apresentaram diferenças estatisticamente significante entre as três porções.

A esse respeito, GUIMARÃES & CRESCENTE (1984), relataram que devido a inconsistências ocorridas em seus resultados, existe a possibilidade de diferentes indivíduos conseguiriam executar um mesmo exercício com diferente predominância dos músculos envolvidos. Sugerem os autores que além do registro eletromiográfico, parâmetros biomecânicos, relacionados à atividade funcional dos músculos abdominais, devem ser considerados.

Outro aspecto observado na análise gráfica, diz respeito ao comportamento das porções do músculo de cada indivíduo e sua relação com os movimentos e os tipos de contrações musculares.

O resultado desta observação demonstra que os indivíduos 1 e 6 (Gráfico 1 a 7), apresentaram um padrão de comportamento semelhante (onde as porções superior e inferior tem valores médios de RMS semelhantes e sempre maiores do que os valores da porção média), que não sofreu alterações em relação aos diferentes tipos de exercícios propostos. Entretanto, os indivíduos 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10, apresentaram mudanças no padrão de comportamento durante a contração isométrica empregada para estabilização do conjunto tronco-pelve nos exercícios 4, 5 e 6 (Gráficos 4, 5 e 6). Durante a contração isotônica, empregada na ação flexora do conjunto tronco-pelve nos exercícios 1, 3 e 7 (Gráficos 1, 3 e 7), o padrão de comportamento das porções de cada indivíduo, coerente com o movimento para enrolar o tronco nos três exercícios, não apresentou mudanças no comportamento. Já no exercício 2 (Gráfico 2), durante o movimento isotônico de inclinação posterior de pelve, as mudanças no padrão de comportamento ocorreram em quatro (5, 8, 9 e 10) do dez indivíduos.

Estas observações decorrentes da análise gráfica sugerem que tanto a ação muscular (contração isotônica e isométrica) como o tipo de movimento influenciaram as alterações observadas no padrão de comportamento das três porções do músculo.

Finalmente, considerando que variáveis biológicas individuais, não controladas neste estudo, podem ter contribuído na ausência de um padrão de comportamento comum entre os indivíduos testados, e que a nosso ver não possibilitaram uma análise mais objetiva e conclusiva sobre a atividade elétrica das porções do M. reto do abdome, acreditamos que estudos devam ser conduzidos no sentido de se conseguir grupos de indivíduos mais homogêneos, através de procedimentos metodológicos que contemplem aspectos biomecânicos e cinesiológicos relacionados ao conjunto tronco-pelve.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

O estudo eletromiográfico das três porções do M. reto do abdome, durante os sete exercícios abdominais, conforme a metodologia empregada neste estudo, permite as seguintes conclusões:

1) A grande maioria dos indivíduos analisados apresentaram diferenças entre as três porções do M. reto do abdome, demonstrando uma tendência da porção superior do músculo em apresentar maior atividade elétrica do que as porções média e inferior, independente do tipo de exercício realizado;

2) Não existiu um padrão de comportamento comum na atividade elétrica das três porções do músculo entre os indivíduos analisados;

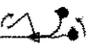
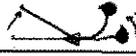
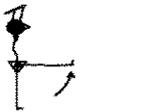
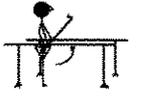
3) O padrão de comportamento da atividade elétrica das três porções do músculo de cada indivíduo, pode sofrer mudanças de acordo com a posição do corpo e com o tipo de contração muscular utilizada durante os exercícios.

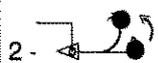
ANEXOS

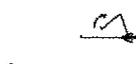
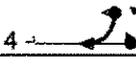
ANEXO I

Quadro 1 : Apresentação de aspectos antropométricos básicos e de atividades físicas dos 10 voluntários, relacionados com exercícios do M. reto do abdome, que demonstram a rotina de cada indivíduo antes da realização da coleta dos dados.

VOL.	Idade	Peso	Altura	Tipo de Atividade	Objetivo do exercício	Tipos de exercícios por sessão	Seriação	Nº de repetição/dia	Frequência por semana	Período de realização
1	27	83	1.92	condicionamento físico	"tirar barriga"	 1-  2-  3-  4-  5- 	3 x 200 1 x 100 4 x 20 5 x 20 5 x 20	600 100 80 100 100	4 sessões (1 vez ao dia)	2 meses (± 1 ano realiza outros tipos de exercícios abdominais)
2	24	68	1.71	professor de academia de musculação	delineamento muscular	 1-  2-  3-  4-  5-  6-  7- 	3 x 15 3 x 15 3 x 15 3 x 15 3 x 15 3 x 15 3 x 15	45 45 45 45 45 45 45	4 sessões (1 vez ao dia)	3 meses (± 1 ano realiza outros tipos de exercícios abdominais)

VOL.	Idade	Peso	Altura	Tipo de Atividade	Objetivo do exercício	Tipos de exercícios por sessão	Seriação	Nº de repetição/dia	Frequência por semana	Período de realização
3	19	74	1.90	jogador de futebol	equilíbrio do tronco	1 -  2 -  3 - 	2 x 50 2 x 50 2 x 50	100 100 100	3 a 4 sessões (1 vez ao dia)	± 2 anos
4	25	70	1.75	halterofilista de competição e professor de musculação	hipertrofia para delineamento muscular	1 -  2 -  3 -  4 - 	4 x 25 4 x 18 4 x 15 4 x 15	100 75 45 45	5 sessões (1 vez ao dia)	2 meses (± 3 anos realiza outros tipos de exercícios abdominais)
5	21	84	1.80	halterofilista de competição e professor de musculação	hipertrofia para delineamento muscular	1 -  2 -  3 - 	2 x 50 2 x 50 2 x 50	100 100 100	5 sessões (1 vez ao dia)	2 meses (± 4 anos realiza outros tipos de exercícios abdominais)

VOL.	Idade	Peso	Altura	Tipo de Atividade	Objetivo do exercício	Tipos de exercícios por sessão	Seriação	Nº de repetição/dia	Frequência por semana	Período de realização
6	16	70	1.75	condicionamento físico	definição do abdômen	1 -  2 - 	4 x 20 4 x 20	80 80	2 a 3 sessões (1 vez ao dia)	2 meses (± 6 meses realiza outros tipos de exercícios abdominais)
7	19	62	1.66	professor de ginástica aeróbica	desenvolver o músculo abdominal	1 -  2 -  3 - 	4 x 8 4 x 8 4 x 8	32 32 32	5 sessões (4 vez ao dia)	2 meses (± 2 anos realiza outros tipos de exercícios abdominais)
8	20	74	1.87	bailarino de dança clássica	fortalecimento e equilíbrio	1 -  2 -  3 -  4 -  5 - 	3 x 25 3 x 20 3 x 20 3 x 7 3 x 12	75 60 60 21 36	4 sessões (1 vez ao dia)	2 meses (± 2 anos realiza outros tipos de exercícios abdominais)

VOL.	Idade	Peso	Altura	Tipo de Atividade	Objetivo do exercício	Tipos de exercícios por sessão	Seriação	Nº de repetição/dia	Frequência por semana	Período de realização
9	25	80	1.75	halterofilista de competição	hipertrofia e delinearmento muscular	1 - 	3 x 15	45	4 sessões (1 vez ao dia)	1 ano
						2 - 	3 x 10	30		
						3 - 	3 x 25	75		
						4 - 	3 x 15	45		
10	18	74	1.75	triathlon 1.5 km natação 40 km ciclismo 10 km corrida	fortalecimento muscular	1 - 	4 x 30	120	5 sessões (1 vez ao dia)	2 anos
						2 - 	4 x 30	120		
						3 - 	4 x 30	120		
						4 - 	4 x 30	120		

ANEXO 2

TABELA 6: Valores eletromiográficos (de **RMS** - espresto em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 1 - **movimento isotônico de flexão do tronco**.

Voluntário	superior	Porção média	inferior
1	105 - 110 - 94	43 - 43 - 36	76 - 107 - 100
2	71 - 82 - 63	55 - 43 - 42	54 - 61 - 62
3	225 - 221 - 190	199 - 189 - 171	162 - 157 - 171
4	131 - 129 - 154	56 - 66 - 39	57 - 60 - 59
5	155 - 130 - 124	291 - 298 - 303	102 - 105 - 62
6	80 - 84 - 73	31 - 28 - 34	89 - 80 - 75
7	304 - 304 - 267	120 - 109 - 108	224 - 218 - 194
8	149 - 165 - 160	193 - 203 - 194	243 - 263 - 237
9	410 - 533 - 437	239 - 213 - 253	128 - 121 - 130
10	142 - 131 - 139	479 - 475 - 444	366 - 378 - 394

TABELA 7 : Análise de variância dos dados da Tabela 6.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	627284.90	69698.32	13.50 s
porções	2	411.75	205.88	0.04 ns
ind/posição	18	250047.80	13891.54	2.69
resíduo	60	309816.66	5163.61	
Total	89	1187561.12		

s = diferença significativa a nível de 5%
 ns = não apresenta diferença significativa

TABELA 8: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 2 - **movimento isotônico de inclinação posterior da pelve**.

Voluntário	Porção		
	superior	média	inferior
1	35 - 26 - 17	10 - 09 - 07	19 - 14 - 25
2	40 - 29 - 23	29 - 31 - 32	26 - 21 - 31
3	97 - 96 - 102	63 - 51 - 59	49 - 50 - 60
4	123 - 100 - 91	40 - 64 - 55	40 - 45 - 49
5	80 - 59 - 105	35 - 30 - 28	25 - 28 - 27
6	31 - 36 - 31	10 - 11 - 13	50 - 56 - 39
7	18 - 25 - 35	15 - 16 - 17	70 - 55 - 82
8	134 - 111 - 125	90 - 75 - 5	259 - 176 - 180
9	149 - 99 - 120	120 - 107 - 115	71 - 65 - 72
10	21 - 22 - 32	58 - 59 - 85	69 - 83 - 77

TABELA 9: Análise de variância dos dados da Tabela 8.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	117559.88	13062.21	5.21 s
porções	2	21775.09	10887.54	4.34 s
ind/posição	18	29921.35	1662.30	0.66
resíduo	60	150406.67	2506.78	
Total	89	319662.99		

s = diferença significativa a nível de 5%
 NS = não apresenta diferença significativa

TABELA 10: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 3 - **movimento isotônico de flexão de tronco + inclinação posterior da pelve.**

Voluntário	superior	Porção média	inferior
1	117 - 103 - 131	41 - 35 - 28	125 - 150 - 127
2	141 - 128 - 114	49 - 44 - 43	77 - 73 - 74
3	143 - 153 - 123	156 - 149 - 106	151 - 148 - 148
4	66 - 97 - 79	39 - 41 - 51	29 - 28 - 29
5	128 - 131 - 118	238 - 269 - 268	65 - 64 - 61
6	69 - 55 - 69	31 - 25 - 26	77 - 63 - 55
7	250 - 292 - 286	116 - 120 - 136	201 - 195 - 181
8	163 - 179 - 152	225 - 213 - 198	239 - 280 - 305
9	527 - 453 - 481	218 - 231 - 197	116 - 109 - 106
10	287 - 298 - 289	453 - 387 - 440	206 - 173 - 182

TABELA 11: Análise de variância dos dados da Tabela 10.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	489127.12	54347.46	8.52 s
porções	2	1813.40	906.70	0.14 ns
ind/posição	18	192443.71	10691.31	1.68
resíduo	60	382848.67	6380.81	
Total	89	1066232.90		

s = diferença significativa a nível de 5%

ns = não apresenta diferença significativa

TABELA 12: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 4 - **movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45 °**.

Voluntário	superior	Porção média	inferior
1	39 - 17 - 26	02 - 03 - 00	05 - 08 - 09
2	36 - 52 - 72	51 - 72 - 54	54 - 55 - 56
3	163 - 149 - 157	88 - 91 - 142	76 - 69 - 82
4	242 - 189 - 206	90 - 87 - 93	82 - 95 - 82
5	358 - 328 - 374	125 - 135 - 139	212 - 196 - 205
6	41 - 33 - 46	12 - 13 - 10	39 - 55 - 40
7	303 - 298 - 276	70 - 54 - 52	217 - 200 - 202
8	87 - 89 - 101	104 - 90 - 104	130 - 153 - 142
9	197 - 240 - 251	245 - 245 - 207	100 - 85 - 117
10	145 - 137 - 182	48 - 44 - 49	326 - 308 - 217

TABELA 13: Análise de variância dos dados da Tabela 12.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	378801.96	42089.11	9.52 s
porções	2	34667.49	17333.74	3.92 s
ind/posição	18	94942.51	5274.00	1.19
resíduo	60	265210.67	4420.18	
Total	89	773622.62		

s = diferença significativa a nível de 5%
 ns = não apresenta diferença significativa

TABELA 14: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 5 - **movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos e articulação coxo-femural flexionada a 45 °**.

Voluntário	superior	Porção média	inferior
1	51 - 50 - 45	36 - 34 - 32	52 - 43 - 52
2	25 - 22 - 23	30 - 31 - 31	28 - 29 - 31
3	144 - 139 - 166	55 - 50 - 56	54 - 44 - 57
4	89 - 107 - 137	79 - 44 - 51	46 - 47 - 37
5	52 - 54 - 71	53 - 53 - 55	54 - 73 - 52
6	112 - 120 - 106	11 - 14 - 15	72 - 38 - 47
7	102 - 149 - 128	90 - 92 - 98	178 - 220 - 186
8	80 - 81 - 66	88 - 100 - 82	132 - 127 - 124
9	150 - 162 - 190	54 - 74 - 80	59 - 79 - 80
10	40 - 53 - 45	78 - 74 - 66	88 - 111 - 87

TABELA 15: Análise de variância dos dados da Tabela 14.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	94509.60	10501.07	9.27 s
porções	2	24347.27	12173.63	10.75 s
ind/posição	18	28154.07	1564.11	1.38
resíduo	60	67958.67	1132.64	
Total	89	214969.60		

s = diferença significativa a nível de 5%
ns = não apresenta diferença significativa

TABELA 16: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 6 - **movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos em flexão de 45°**.

Voluntário	Porção		
	superior	média	inferior
1	33 - 46 - 36	07 - 09 - 08	12 - 10 - 10
2	97 - 99 - 111	32 - 26 - 33	74 - 73 - 84
3	118 - 172 - 152	100 - 100 - 153	77 - 83 - 72
4	114 - 152 - 171	65 - 54 - 51	83 - 94 - 82
5	340 - 336 - 345	308 - 252 - 252	143 - 146 - 140
6	30 - 27 - 35	14 - 15 - 13	38 - 37 - 39
7	324 - 248 - 338	114 - 128 - 133	283 - 309 - 346
8	86 - 100 - 91	124 - 126 - 125	125 - 133 - 142
9	432 - 431 - 471	293 - 249 - 293	108 - 112 - 112
10	86 - 90 - 100	137 - 123 - 121	174 - 123 - 157

TABELA 17: Análise de variância dos dados da Tabela 16.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	645867.38	71763.04	15.23 s
porções	2	13450.47	6725.23	1.43 ns
ind/posição	18	86895.76	4827.54	1.02
resíduo	60	282748.00	4712.47	
Total	89	1028961.60		

s = diferença significativa a nível de 5%
 ns = não apresenta diferença significativa

TABELA 18: Valores eletromiográficos (de **RMS** - expresso em μV), segundo a porção do músculo e o voluntário, no exercício nº 7 - **movimento de sentar-se**.

Voluntário	superior	Porção média	inferior
1	86 - 101 - 86	19 - 30 - 21	51 - 41 - 36
2	101 - 96 - 103	22 - 26 - 39	73 - 71 - 67
3	222 - 224 - 189	178 - 175 - 193	117 - 116 - 116
4	119 - 98 - 95	46 - 49 - 36	53 - 51 - 47
5	366 - 349 - 320	275 - 269 - 263	105 - 112 - 88
6	86 - 68 - 70	22 - 24 - 20	66 - 61 - 64
7	291 - 292 - 306	79 - 85 - 92	266 - 256 - 242
8	141 - 150 - 136	192 - 163 - 181	190 - 225 - 212
9	483 - 468 - 488	228 - 236 - 252	152 - 149 - 136
10	146 - 146 - 168	349 - 361 - 344	323 - 265 - 277

TABELA 19: Análise de variância dos dados da Tabela 18.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
voluntários	9	679735.21	75526.13	16.27 *
porções	2	28165.76	14082.88	3.03 *
ind/posição	18	175024.02	9723.56	2.09
resíduo	60	278502.67	4641.71	
Total	89	1161427.65		

* = diferença significativa a nível de 5%
 ns = não apresenta diferença significativa

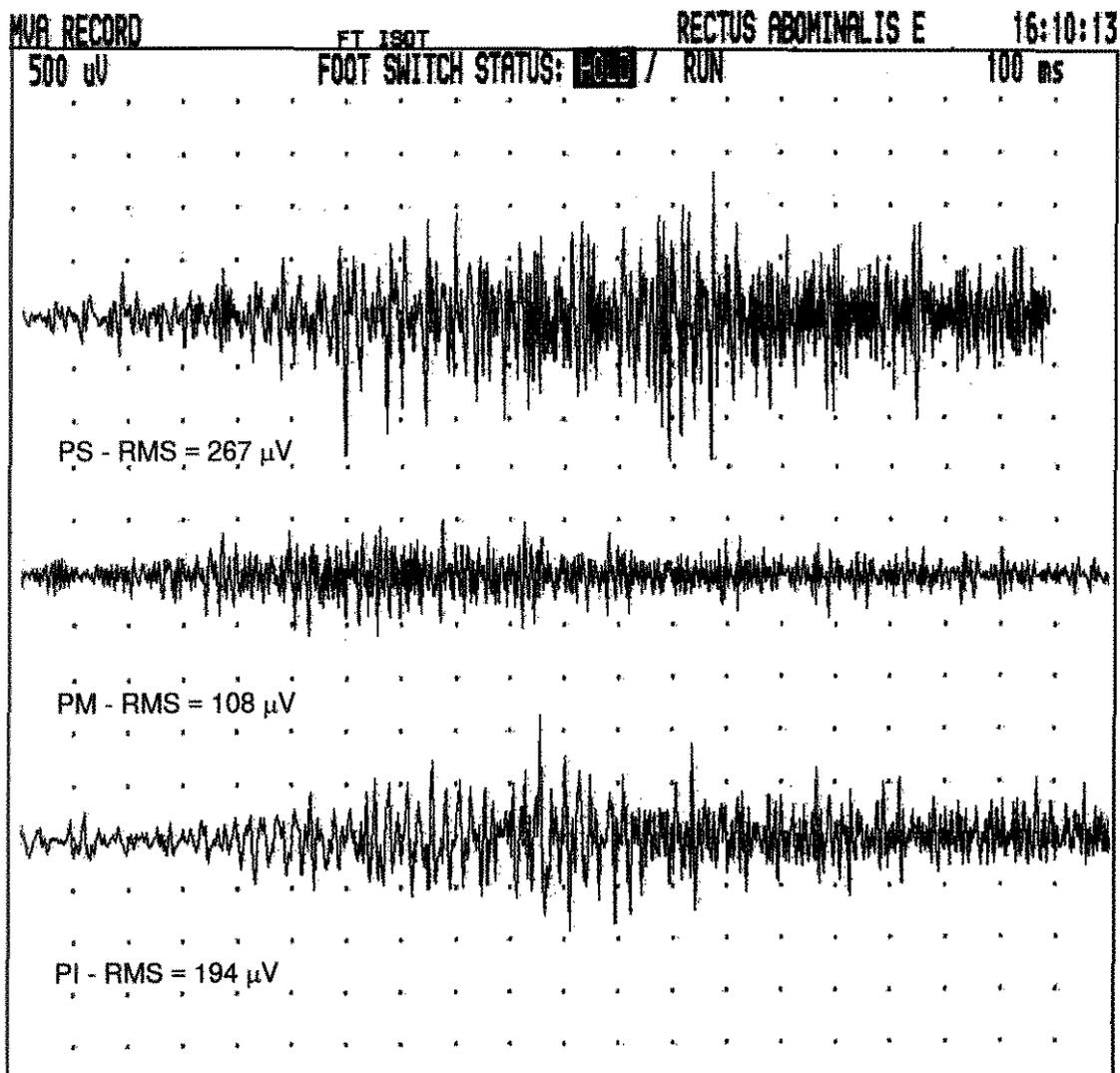
ANEXO 3

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 16:10



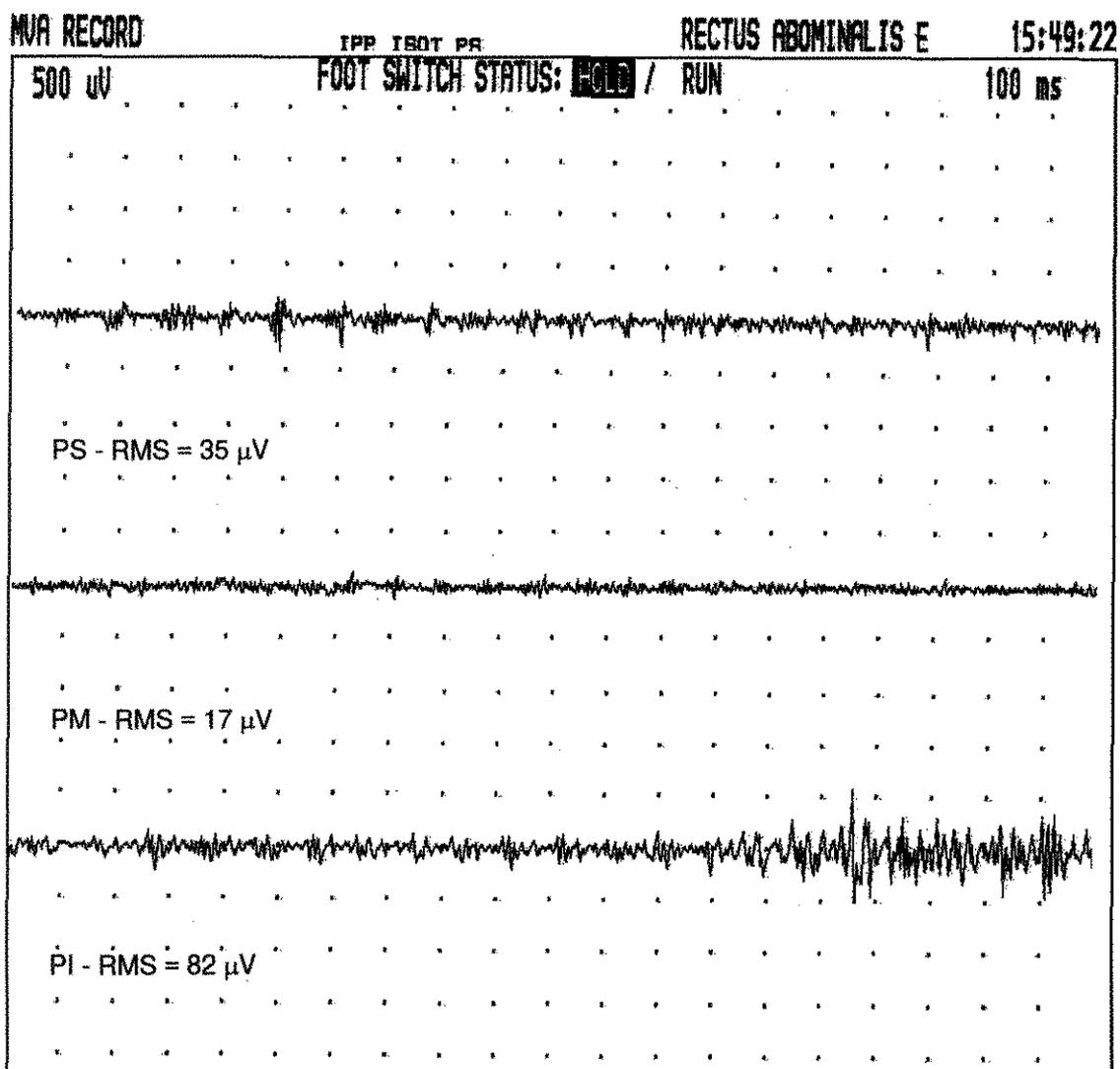
QUADRO 2 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício 1 - movimento isotônico de flexão do tronco (FT ISOT), do indivíduo nº 7.

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 15:49



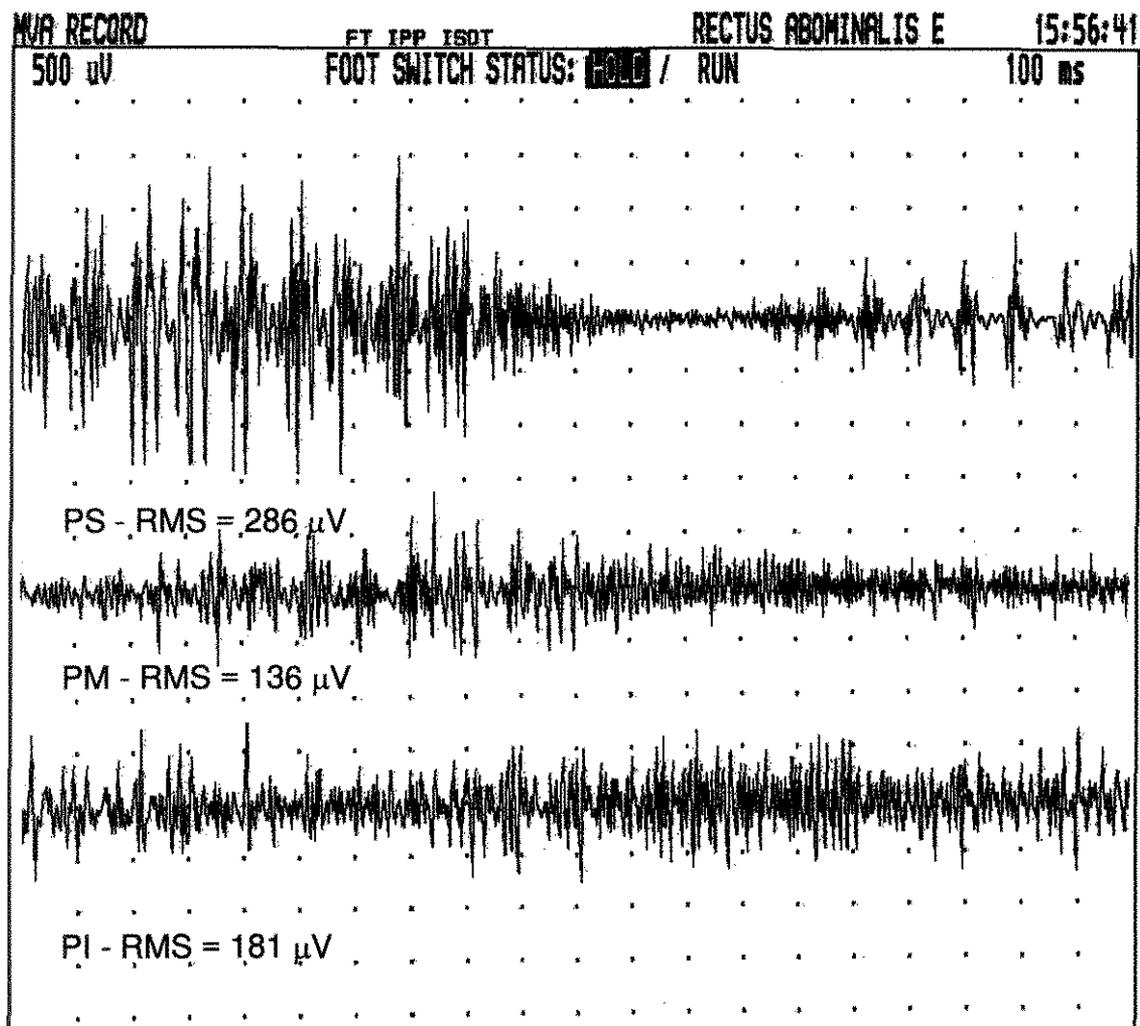
QUADRO 3 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome, durante o exercício 2 - movimento isotônico de inclinação posterior da pelve (IPP ISOT), do indivíduo n° 7.

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 15:56



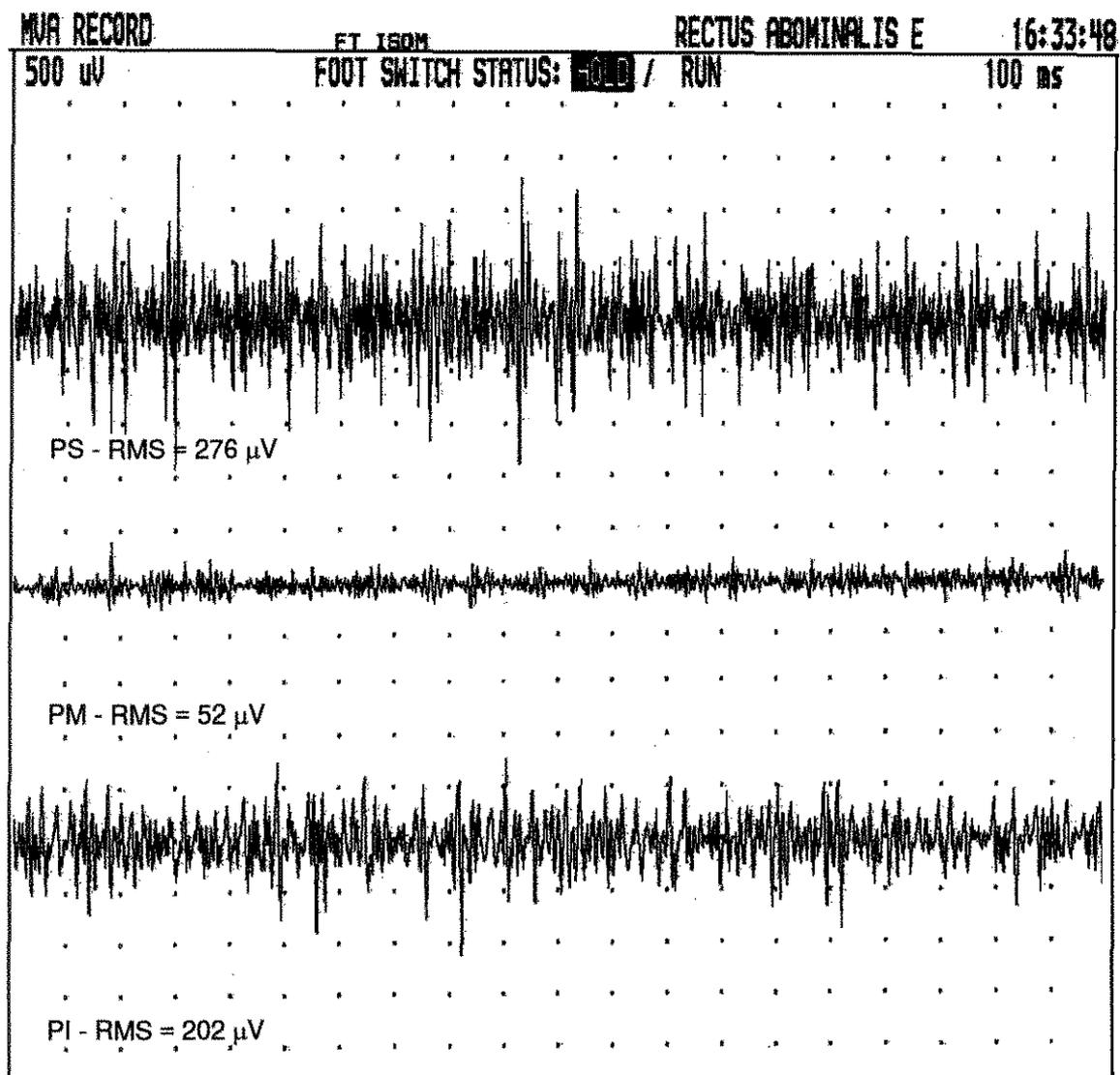
QUADRO 4 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome durante o exercício 3 - movimento isotônico de flexão do tronco e inclinação posterior da pelve (FTIPP ISOT), do indivíduo nº 7.

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 16:33



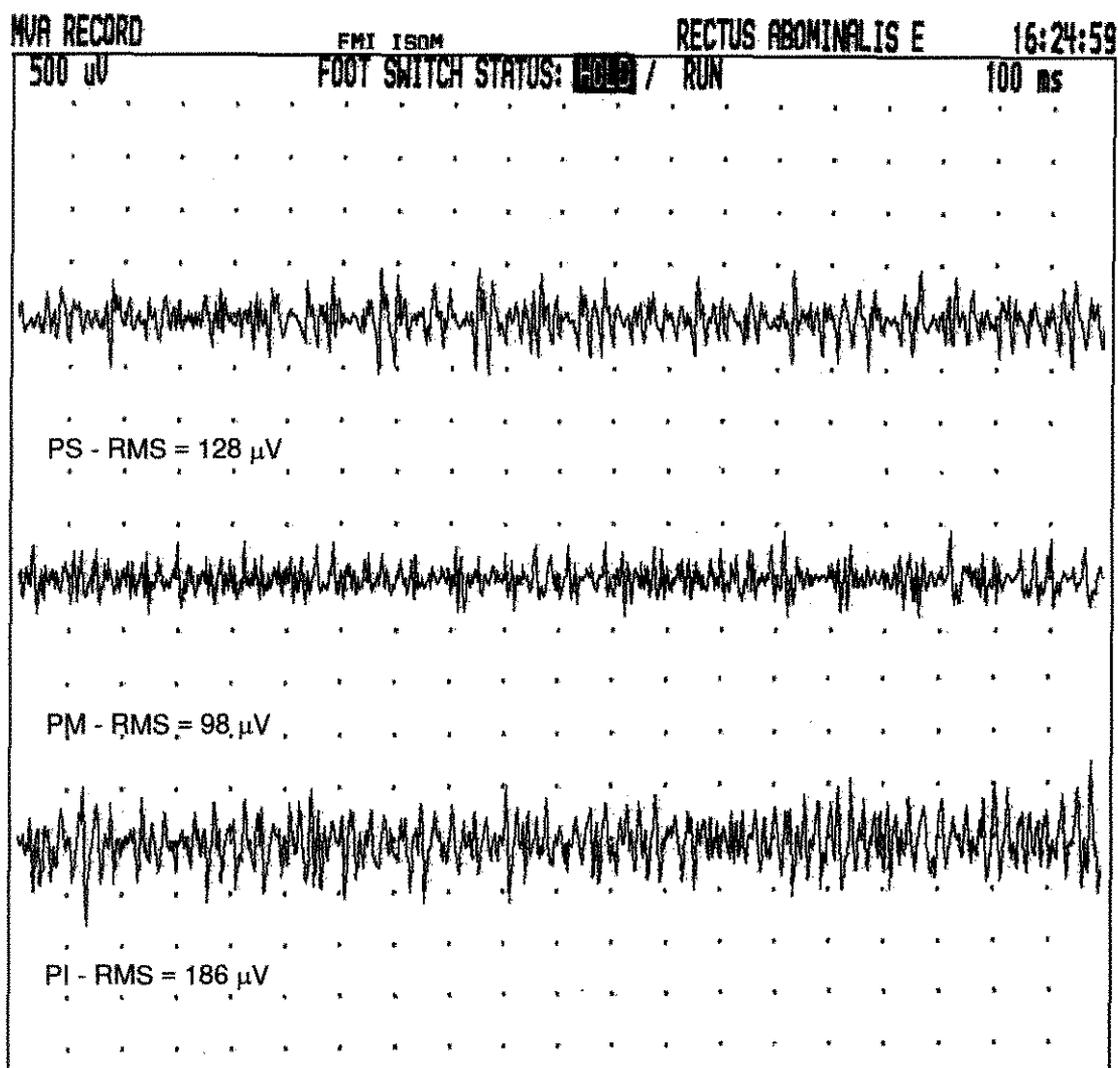
QUADRO 5 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome durante o exercício 4 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e flexionado a 45° (FT ISOM), do indivíduo nº 7.

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 16:24



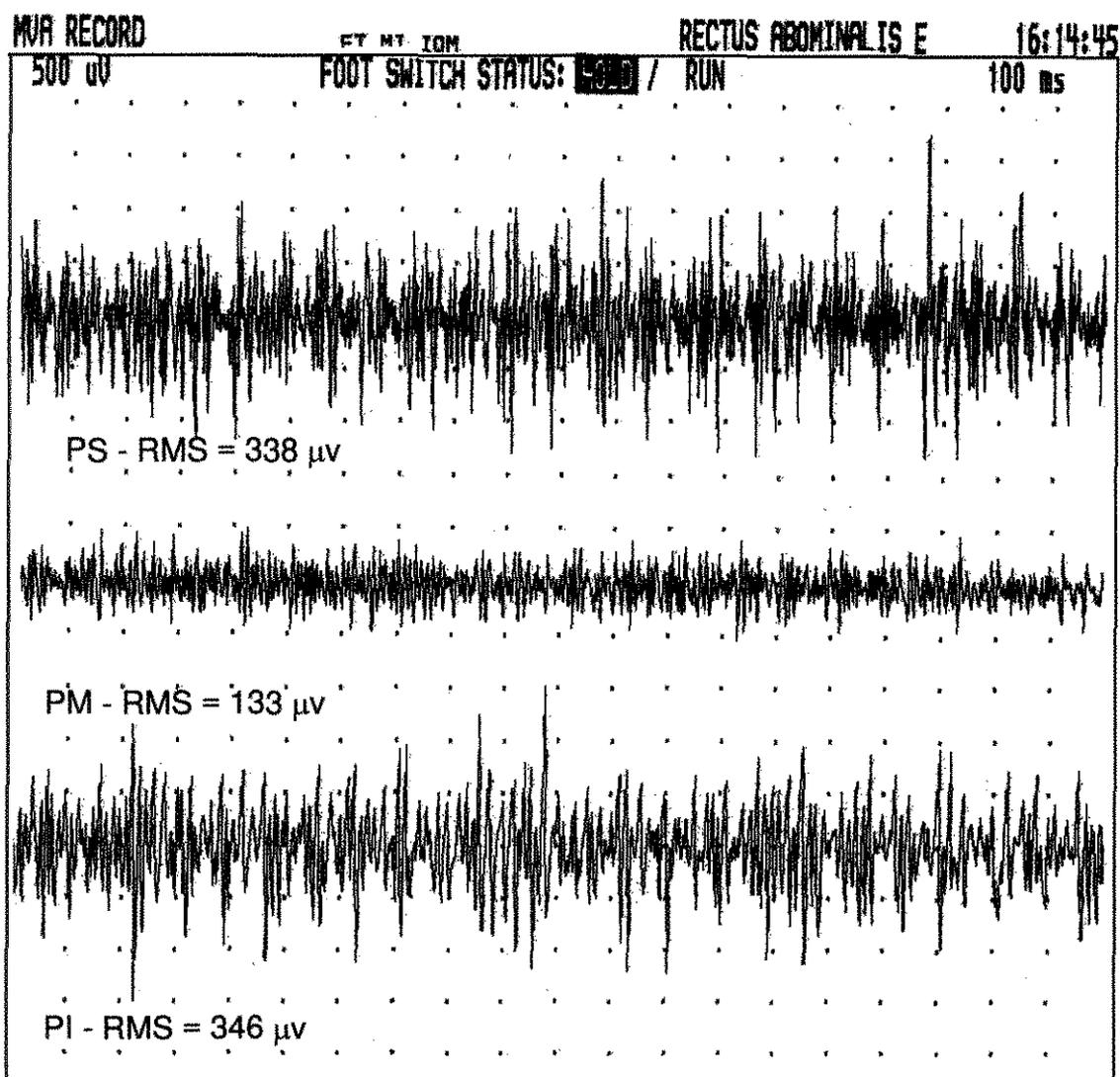
QUADRO 6 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome durante o exercício 5 - movimento isométrico de sustentação dos membros inferiores estendidos com a articulação coxo-femural flexionada a 45° (FMI ISOM), do indivíduo nº 7.

FOP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 16:14



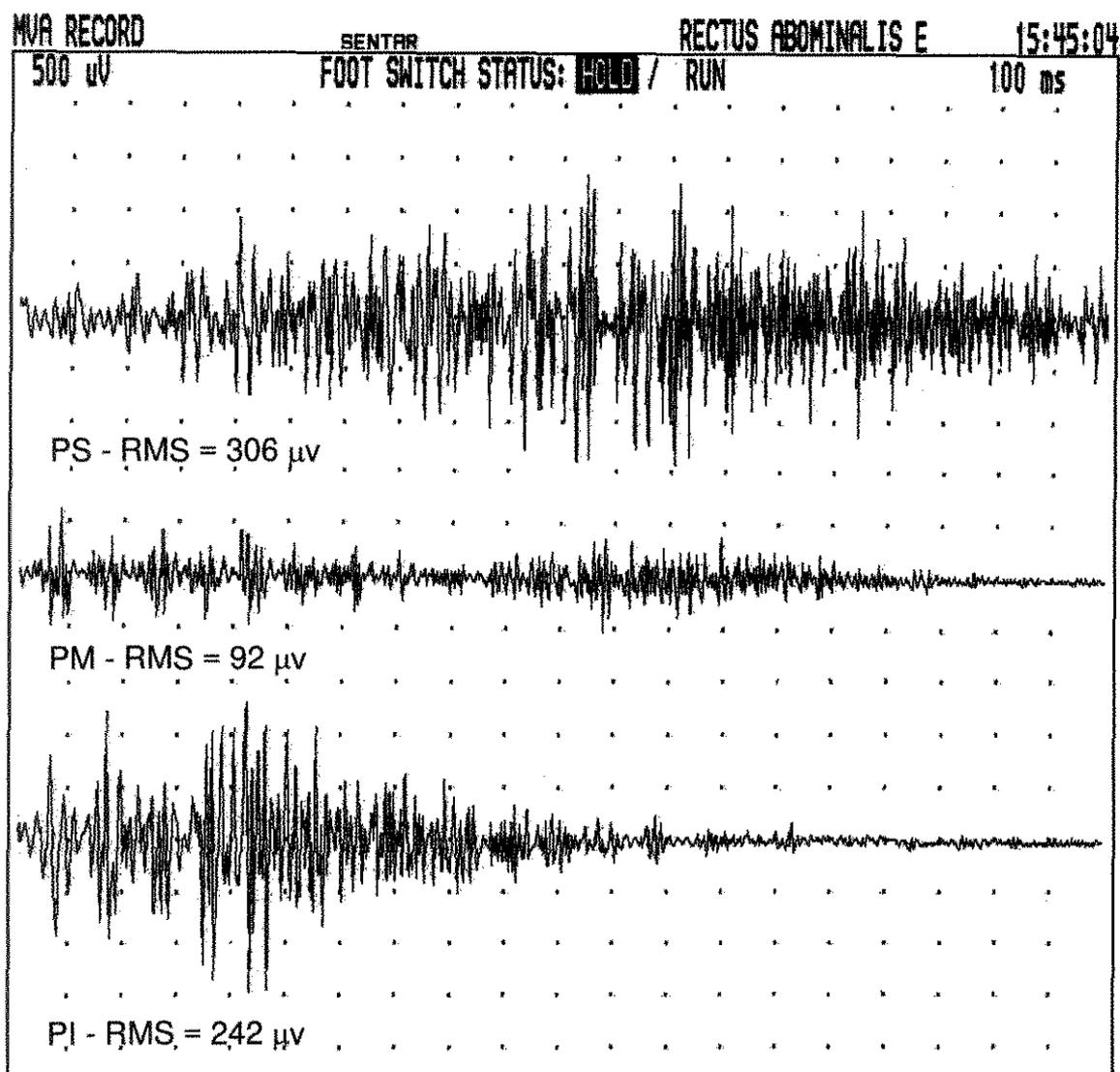
QUADRO 7 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome durante o exercício 6 - movimento isométrico de sustentação do tronco ereto e dos membros inferiores estendidos e flexionados a 45° (FTMI ISOM), do indivíduo nº 7.

POP/UNICAMP - MORFOLOGIA (ANATOMIA) BERZIN F.

FILE ID: RUBENS7

V2.1.3

26 MAY 94 15:45



QUADRO 8 - Exemplo de um registro eletromiográfico obtido das porções superior (PS), média (PM) e inferior (PI) do M. reto do abdome durante o exercício 7 - movimento de sentar, do indivíduo nº7.

SUMMARY

SUMMARY

This study objective was to verify the behavior of three portions of the rectus abdominis muscle through a quantitative analysis of the electromyographic signal in different types of abdominal exercises. Ten young male subjects between 16 and 27 years old were studied and they had no previous history of muscle and joint illnesses. They were well-trained and did seven abdominal exercises chosen considering the types of contraction (isotonic and isometric) as well as the muscle fixation points. The electrical activity of the superior, medium (above navel) and inferior (below navel) portions at the left side of the rectus abdominis muscle was taken using Beckman type surface mini-electrodes. The registers were collected from computerized 8 channel Nicolet electromyography equipment, model Viking II made by Nicolet Medical Instruments. The signals were quantified using the MVA (Maximum Volunteer Activity) software, being considered for analysis the values of RMS (Root Means Square). The obtained data were submitted to a parametric analysis using the variance analysis (**F** test) and also the **Tukey** test, besides a descriptive graphic analysis starting from the RMS medium values of each muscle portion. This study results suggest that for the majority of the subjects, the functional activities of the rectus abdominis muscle performed with differences among their portions electrical activity, showing a tendency in the superior portion of producing more electrical activity than the medium and the inferior portions. The experiment also demonstrated an absence of a common behavior pattern in the three portions of the ten tested subjects.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS^(*)

- BANKOFF, A.D.P., FURLANI, J. Electromyographic study of the rectus abdominis and external oblique muscles during exercises. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., Beauvechain, v.24, p.501-510, 1984.
- BASMAJIAN, J.V., DE LUCA, C.J. Muscles Alive: their functions revealed by electromyography. 5.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985, p.389-407.
- CARMAN, D.J., BLANTON, P.L., BIGGS, N.L.. Electromyographic study of the anterolateral abdominal musculature utilizing indwelling electrodes. Am. J. phys. Med., Baltimore, v.51, n.3, p.113-129, 1972.
- EKHOLM, J., ARBORELIUS, U., FAHLCRANTZ A. et al. Activation of abdominal muscles during some physiotherapeutic exercises. Scand. J. Rehabil. Med., Stockholm, v.11, p.75-84, 1979.
- FLINT, M.M. Abdominal muscle involvement during the performance of various forms of sit-up exercise. Am. J. Phys. Med., v.44, n.5, p.224-234, 1965.
- FLOYD, W.F., SILVER, P.H.S. Electromyographic study of patterns of activity of the anterior abdominal wall muscles in man. J. Anat., London, v.84, p.132-145, 1950.
- FURLANI, J., BANKOFF, A.D.P. Electromyographic analysis of the rectus abdominis and external oblique muscles during exercises in lateral decubemce, sitting and kneeling positions. Electromyogr. clin. Neurophysiol., Beauvechain, v.27, p.265-272, 1987.

^(*) Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 6023 de agosto de 1989.

GODFREY, K.E., KINDIG, L.E., WINDELL, E.J. Electromyographic study of duration of muscle activity in sit-up variations. Archs. phys. Med. Rehabil., Chicago, v.58, p.132-135, 1977.

GRAY, H. Anatomia . 29.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan , 1977.

GUIMARÃES, A.C.S., CRESCENTE, L.A.B. Eletromiografia de exercícios abdominais: um estudo piloto. Revta. bras. de Ciências do Esporte., Rio de Janeiro, v.6, n.1, p.110-116, 1984.

GUIMARÃES, A.C.S., VAZ, M.A., CAMPOS, M.I.A., et al. The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. J. Sport Med. phys. Fitness, Turim, v.31, n.2, p.222-230, 1991.

GUTIN, B., LIPETZ, S. An electromyographic investigation of the rectus abdominis in abdominal exercises. Res. Q. Am. Heth. phy. Educ., v.42, n.3, p.256-263, 1971.

HALPERN, A.A., BLECK, E.E. Sit-up exercises: an electromyographic study. Clin. Orthop., Philadelphia, n.145, p.172-178, 1979.

KENDALL, F.P., McCREARY, E.K. Músculos: provas e funções. 3.ed. São Paulo: Manole, 1990, p.205-369.

MORAES, A. C., Análise eletromiográfica dos músculos reto abdominal e oblíquo externo, em crianças na faixa etária de 08 a 10 anos. Campinas, São Paulo, 1993. Tese (Mestre em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, UNICAMP.

NOMINA anatômica; aprovada pelo Congresso Internacional de Anatomistas, 11., Cidade do México, 1980. 5.ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1983.

NORRIS, C.M. Abdominal muscle training in sport. Br. J. Sports Med., Loughborough, v.27, n.1, p.19-27, 1993.

SHEFFIELD, F.J. Eletromyographic study of the abdominal muscles in walking and other movements. Am. J. phys. Med., Baltimore, v.41, p.142-147, 1962.

SOUSA, O.M., FURLANI, J. Electromyographic study of the M. rectus abdominis. Acta Anat., Basel, v.88, p.281-298, 1974.

VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

WALTERS, C.E., PARTRIDGE, M.J. Electromyographic study of the differential action of the abdominal muscles during exercise. Am. J. phys. Med., Baltimore, v.36, p.259-268, 1957.