

FAUSTO BÉRZIN

M. Occipitofrontalis: Análise eletromiográfica
e seu significado funcional

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

t 226

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do grau de Doutor em Ciências (Anatomia).

Piracicaba, S.P.

1974

À minha esposa,
Ana Maria

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Merzel, titular do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pela confiança, apoio e estímulo, bem como, as sugestões dadas nesta tese, e à todos os colegas do Departamento de Morfologia.

Ao Prof. Dr. Eros Abrantes Erhart, do Departamento de Anatomia da Universidade de São Paulo, pela orientação desta tese, e pela orientação do estágio que fizemos no Departamento de Anatomia da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Odorico Machado de Sousa, titular do Departamento de Anatomia da Universidade de São Paulo, pela nossa iniciação na Eletromiografia, e nossos primeiros passos na pesquisa científica, também como pela leitura crítica dos originais. E a todos os elementos do Departamento de Anatomia da Universidade de São Paulo.

Ao Pesquisador Engenheiro Mauro Gomes dos Santos Filho, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, pelas sugestões na parte do modelo mecânico e deduções matemáticas. Ao Prof. Otávio Guedes de Camargo do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, pela revisão da parte matemática e mecânica. Ao Prof. Hélio da Silva Furlan, da Cadeira de Desenho Descritivo da Escola de Engenharia de Piracicaba, pelo desenho do modelo mecânico.

Ao Prof. Dr. José Furlani do Departamento de Anatomia da Universidade de São Paulo e ao Prof. Dr. Bruno König Jr. do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, pela leitura crítica dos originais.

Aos acadêmicos, Carlota Maria de Almeida Leite e Enio Caciello, pelo auxílio na parte experimental.

Ao Prof. Flávio Moraes de Toledo Pizza pela revisão do vernáculo.

Ao Sr. Roberto Carlos Barbosa pela datilografia e as revisões do texto.

À Bibliotecária Ivany do Carmo Guidolim Gerola, pela parte bibliográfica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela Bolsa de Aperfeiçoamento que permitiu nossa iniciação na Eletromiografia.

Aos Senhores Sebastião Rodrigues de Barros, pela parte gráfica e encadernação e Adilson Pinto Pereira pela ampliação das fotografias.

Aos alunos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pelo voluntariado na parte experimental.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
2. LITERATURA	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS	22
5. DISCUSSÃO	39
6. CONCLUSÕES	66
7. RESUMO	68
8. BIBLIOGRAFIA	70

* *
*

"O fisiologista ocupado com as características gerais do tecido muscular, deixou ao anatomista o estudo da ação mecânica do músculo, como órgão de trabalho resultante da manifestação das propriedades biológicas do seu tecido".

(Odorico Machado de Sousa, 1958).

1. INTRODUÇÃO

Experimentalmente DUCHENNE (1867), BEEVOR (1903) e outros estudaram ações musculares utilizando estimulações elétricas "in vivo" e no cadáver, logo após a morte, quer diretamente no músculo ou através de seu nervo. Mas, os métodos tradicionais empregados para determinar as ações musculares baseavam-se, principalmente, em deduções mecânicas, determinadas pelos estudos anatômicos, que consideravam o músculo simples tirante elástico, preso a um sistema de alavancas formadas pelos ossos: FICK (1910), ROUD (1913), MAIR (1933, 1935, 1937), EBERT (1939), HOEPKE (1949), TUCKER (1955). Outros autores como LORD (1913) e WINTERSTEIN (1936), construíram modelos, nos quais as partes ósseas eram movidas por cordões ou molas, que representavam os músculos.

Não se pode negar a contribuição desses métodos acima referidos para o conhecimento da ação muscular. Entretanto, eles não explicavam como um músculo ou grupo de músculos agiam em movimentos naturais e voluntários (MAIR, 1933, 1935), nem forneciam indicações exatas quanto à participação dos músculos no equilíbrio das forças de gravidade (MAIR, 1937). Quanto ao método de estimulação galvânica, o próprio DUCHENNE reconhecia ser ele insuficiente porque: "Ações isoladas de músculos não são naturais...". ELZE (1937) opinava que havia necessidade de provas para as suposições sobre o modo de agir dos músculos. MACHADO DE SOUSA (1958/59) referindo-se

aos métodos tradicionais comenta que, na participação de um músculo num determinado movimento, há necessidade de se conhecer a fase do movimento em que ele entra em ação e a duração de sua atividade enquanto o movimento se realiza.

Foi GALVANI (1792), o primeiro a se referir a "eletricidade animal" e potenciais elétricos gerados pela ação dos músculos. Todavia, é com o advento de métodos modernos de derivação e amplificação, isto é, com a eletromiografia, que se pode começar a analisar, realmente, a atividade muscular "in vivo" e "in natura". A eletromiografia, informando sobre a modalidade de participação do músculo num determinado movimento, sobre a fase do movimento em que ele entra em ação e a sua duração, tornou-se, modernamente, o principal instrumento de trabalho da Cinesiologia. O trabalho de IMANN, SAUNDERS & ABBOT (1944), sobre a musculatura do ombro, pode ser considerado como marco inicial dessa fase. Muito tem sido investigado desde então, principalmente sobre a musculatura esquelética. Na maioria esses trabalhos são referidos por BASMAJIAN (1967) em seu livro "Muscles Alive their functions revealed by electromyography" e por Mc CORNAILL & BASMAJIAN (1970), "Muscles and Movements".

Enquanto estudos eletromiográficos sobre os músculos esqueléticos se multiplicam, e cada músculo tem sua função revista, os músculos mímicos continuam "oferecendo território virgem para exploração eletromiográfica", (BASMAJIAN, 1967). Embora estejam publicados alguns trabalhos sobre a ação da musculatura mímica (TOKIZANE, 1954; SUMITSUJI, 1967; SUMITSUJI, MATSUMOTO, TANAKA, KASHIWAGI & KANEKO, 1967) pode-se considerar o campo ainda em aberto, visto que os trabalhos quase não consideram os movimentos "puros", mas expressões faciais, que são compostas por várias ações muscula-

res simultâneas.

O estudo eletromiográfico do m. occipitofrontalis e do seu significado funcional no homem, assunto desta pesquisa, encontra-se nessa situação, visto que o único trabalho no assunto que se refere aos seus dois ventres, considera-os, de passagem, em apenas um movimento, no decorrer do estudo morfológico da gálea aponeurótica (LANG & RICKER, 1970)

Devemos lembrar nesta oportunidade que "a eletromiografia, aplicada ao estudo da função dos músculos estriados em geral, tem proporcionado resultados tão surpreendentes que tornou obrigatória a análise da função de cada músculo em particular" (MACHADO DE SOUSA, BÉRZIN & BERARDI, 1969). Ainda mais, são numerosas as divergências encontradas nos vários tratados de Anatomia que se referem à ação dos ventres do m. occipitofrontalis; a título de exemplos: CRUVEILHIER & SEE (1877), consideram o ventre occipital, tensor da gálea aponeurótica, gerando ponto fixo ao ventre frontal; para POIRIER & ROUVIÈRE (1912), o ventre occipital seria retrator da gálea e não tensor; para BRAUS & ELZE (1954), o tônus e raramente a contração do ventre occipital dariam essa tensão; BENNINGHOFF (1949) atribui a tensão da gálea ao tônus do ventre occipital; porém, para GOSS (1959), a ação do ventre frontal seria independente da ação do ventre occipital.

Em face do exposto, resolvemos estudar a ação conjunta e isolada dos dois ventres do m. occipitofrontalis através de técnica eletromiográfica, a fim de analisar o seu significado funcional.

2. LITERATURA

Os autores em geral, ao se referirem ao ventre frontal do m. occipitofrontal, concordam em que ele é elevador dos supercílios: (M'QUILLEN (1863/64), GAMBA (1881), CRUVEILHIER & SEE (1877), POIRIER & ROUVIÈRE (1912), McMURRICH (1919), BERTELLI (1932), GRANT (1943), LAMBERTINI (1947), CHIARUGI (1948), ROUVIÈRE (1948), VILHENA (1948/49 "a"), BENNINGHOFF (1949), FALCONE (1950) PATURET (1951), BRAUS E ELZE (1954), TESTUT & LATARJET (1954), RAUBER-KOPSCH (1955), WOODBURNE (1957), DAVIES (1958), LOCKHART, HAMILTON & FYFE (1959), GOSS (1959), ORTS LLORCA (1959), O'RAHILLY (1960), MARTONE & EDWARDS (1962), LOCKHART (1964), GRANT & BASMAJIAN (1965), FAZZARI (1967), APRILE & FIGUN (1971).

Para CRUVEILHIER & SEE, McMURRICH, GRANT, VILHENA "a", FALCONE, PATURET, TESTUT & LATARJET, O'RAHILLY, FAZZARI, APRILE & FIGUN, a elevação dos supercílios se deve à ação do ventre occipital que, contraindo-se, torna tensa a gálea aponeurótica, fornecendo dessa maneira ponto fixo na inserção superior do ventre frontal, que então elevaria os supercílios. Discordando dessa opinião POIRIER & ROUVIÈRE afirmam que o ventre occipital é atenuadamente retrator e não tensor da aponeurose. Para BENNINGHOFF só a "tensão" do occipital forneceria esse ponto fixo, sendo que BRAUS & ELZE e ORTS LLORCA admitem que o "tonus" e, raramente a contração do ventre occipital seriam os responsáveis pelo ponto fixo. BERTELLI, LAMBERTINI e CHIARUGI referem que o ventre frontal toma ponto fixo na gálea aponeu-

rótica, mas não citam intervenção do ventre occipital no movimento de elevação dos supercílios. M'QUILLEN, DUCHENNE, GAMBA, RAUBER-KOPSCH, WOODBURNE, DAVIES, LOCKHART, HAMILTON & FYFE, LOCKHART, MARTONE & EDWARDS, GRANT & BASMAJIAN admitem o movimento de elevação dos supercílios causado pelo ventre frontal, sem porém mencionar nenhum ponto fixo. Para GOSS, essa elevação é causada quando o ventre frontal age isoladamente.

Uma segunda função é atribuída ao ventre frontal, a de deslocar a gálea aponeurótica e, por conseguinte, o couro cabeludo para a frente. Para TESTUT & LATARJET e APRILE & FIGUN, esse movimento ocorre quando a gálea está flácida pelo estado de repouso do ventre occipital; o ventre frontal então, em vez de fazer ponto fixo na sua inserção superior, o faria na inferior, tracionando a gálea para a frente. GRANT, FALCONE e DAVIES mencionam que agindo de baixo, o ventre frontal desloca para a frente o couro cabeludo, sem citarem pormenores. McMURRICH, BERTELLI, LAMBERTINI e CHIARUGI afirmam que o ventre frontal desloca para a frente a gálea aponeurótica. LOCKHART, HAMILTON & FYFE, O'RAHILLY, LOCKHART e FAZZARI afirmam ser esse movimento causado pela ação alternada do ventre frontal e do ventre occipital. PATURET atribui esse movimento ao m. occipitofrontal sem especificar ações particulares dos seus ventres. BENNINGHOFF e POIRIER & ROUVIÈRE concordam em que o ventre frontal pode causar esse movimento, porém ajudado por outros músculos. Ainda POIRIER & ROUVIÈRE e também VILHENA "a" observaram que quando há elevação dos supercílios, há abaixamento da gálea para a frente, fato que CRUVEILHIER & SEE descrevem dizendo que, quando o ventre frontal se contrai fortemente, através de estimulação galvânica, eleva os supercílios e as pálpebras superiores, puxando o cou

ro cabeludo "em massa" para a frente. Porém, para BRAUS & ELZE e ORTS LLORCA, esse movimento de deslocar a gálea para a frente não é realizado pelo ventre frontal. M'QUILLEN, DUCHENNE, GAMBA, ROUVIÈRE, RAUBER-KOPSCH, WOODBURNE, GOSS, MARTONE & EDWARDS, GRANT & BASMAJIAN, não citam essa função.

Quanto ao ventre occipital, CRUVEILHIER & SEE, POIRIER & ROUVIÈRE, McMURRICH, LAMBERTINI, CHIARUGI, ROUVIÈRE, VILHENA (1948/49 "b"), FALCONE, BRAUS & ELZE, TESTUT & LATARJET, RAUBER-KOPSCH, DAVIES, ORTS LLORCA, GRANT & BASMAJIAN, APRILE & FIGUN, consideram-no como o retrator da gálea aponeurótica. LOCKHART, HAMILTON & FYFE, LOCKHART, O'RAHILLY e FAZZARI consideram que esse movimento é causado pela ação alternada dos dois ventres do m. occipito frontal. WOODBURNE atribui ao m. occipitofrontal, como um todo único, a ação de retração da gálea aponeurótica. BENNINGHOFF é de opinião que o ventre occipital, por ser "fraco" só aplanar as rugas da testa.

CRUVEILHIER & SEE e TESTUT & LATARJET admitem que o ventre occipital pode ainda movimentar o pavilhão auricular, o que é negado por BRAUS & ELZE. Já LOCKHART, HAMILTON & FYFE, julgam que, quando há contração do ventre occipital, há ação simultânea dos músculos auriculares.

No aspecto eletromiográfico, TOKIZANE (1954), SUMITSUJI (1967), SUMITSUJI, MATSUMOTO, TANAKA, KASHIWAGI & KANEKO (1967) relatam atividade elétrica (25 microvolts em média) no ventre frontal e em outros músculos da face, quando em estado de repouso. Esses mesmos autores, como também LANG & RICKER (1970) em seus resultados, apresentam 100% de atividade elétrica no ventre frontal quando da elevação dos supercílios. Nesse movimento LANG & RICKER relatam, também, atividade elétrica no ventre occipital.

SUMITSUJI, MATSUMOTO, TANAKA, KASHIWAGI & KANEKO, con
siderando o ventre frontal, também referem atividade elétrica no
franzir da testa, no abrir a boca, de modo normal e forçado, e no
assobio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Em 30 voluntários, estudantes e membros do corpo docente do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP), todos do sexo masculino com idade variando entre 19 e 30 anos, o m. occipitofrontal, do lado direito foi estudado eletromiograficamente.

Os registros eletromiográficos foram efetuados com um eletromiógrafo TECA TE-4*, de dois canais, equipado com altofalante e fita eletro-magnética registradora. A calibração usada foi de 200 microvolts por divisão e velocidade de varredura dos feixes (sweep) de 200 miléssegundos por divisão. Os registros gravados foram fotografados para a devida interpretação e análise.

Todos os registros foram executados dentro da gaiola eletrostática (tipo Faraday) de paredes duplas de tela de cobre, de malha de 0,8 mm. para eliminar interferências diversas. As interferências trazidas pelo cabo de alimentação elétrica do equipamento também foram eliminadas através de um transformador de relação 1:1, acoplado a 2 condensadores 0.2.

Os potenciais de atividade muscular foram captados e derivados com eletrodos preconizados por SUMITSUJI, KAZUO, MATSUMOTO, KANEKO (1965); tais eletrodos constam de fios de aço de 15 cm. de comprimento e 80µm de diâmetro (NAS † 44, "full hard") produzi-

* Doado pela FAPESP, Proc. Médicas 70/511 e CNPq. Proc. 3834/70.

dos por Nihonseisen Co. LTD., Osaka, Japão.

A assepsia dos eletrodos, antes de serem implantados, era feita por tempo mínimo de dez minutos, em solução alcoólica de mertiolato incolor (Merck) 1:1.000. A assepsia da pele, onde seriam introduzidos os eletrodos, também era feita com solução de mertiolato.

A ponta distal de cada eletrodo era cortada em bisel e introduzida manualmente através da pele de maneira rotineira, mas cuidadosa, em virtude da delicadeza dos fios eletrodos. A distância média entre os 2 eletrodos (positivo e negativo) em todos os testes feitos foi de 1.5 cm.

A extremidade proximal de cada eletrodo era mantida entre as garras de um "jacaré", de aço inoxidável, fixo a um braço articulado. Em cada um dos "jacarés" eram soldados os respectivos cabos conectores do eletromiógrafo.

Os pacientes eram terrados com um disco de metal, untado com gel eletrocondutor, fixado à pele do punho direito com auxílio de uma cinta de retenção, e soldado ao cabo terra do sistema.

Em todos os testes foram utilizados 2 pares de eletrodos colocados, respectivamente: um par no ventre frontal e outro no ventre occipital do m. occipitofrontal direito.

No ventre frontal, o par de eletrodos era implantado a cerca de 2 cm. acima do supercílio homolateral e 3 cm. à direita do plano sagital mediano.

No ventre occipital, era implantado a cerca de 2 cm. do nível da linha nucal superior e 3 cm. à direita do plano sagital mediano. Tais posicionamentos foram estabelecidos, prelimi

narmente, em dissecções a fim de, com certeza, serem obtidas boas implantações dos eletrodos.

Os eletrodos eram introduzidos cerca de 1,0 a 1,5 cm. em profundidade através do tegumento comum, até que se obtivessem, no eletromiógrafo, respostas dos ventres occipital e frontal, isto é, som acompanhado de deflexão característica de músculo estriado em ação.

Os ventres frontal e occipital do m. occipitofrontal direito dos 30 voluntários examinados foram analisados durante a realização dos seguintes movimentos:

A - Elevação dos supercílios

A.1 - lenta

A.2 - rápida

B - Deslocamento da gálea aponeurótica: para a frente

B.1 - artificial (manualmente)

B.2 - natural

B.3 - contra resistência (manualmente)

C - Deslocamento da gálea aponeurótica: para trás

C.1 - artificial (manualmente)

C.2 - natural

C.3 - contra resistência (manualmente)

D - Fechamento das pálpebras

D.1 - natural

D.2 - forçado

E - Abertura das pálpebras

E.1 - natural

E.2 - forçada

F - Rugas verticais

G - Depressão dos supercílios

- H - Piscar
- I - Abertura máxima da boca, sem repuxamento da comissura
- J - Deslocamento da gálea lateralmente
- K - Sorrir
- L - Movimentos do pavilhão da orelha
 - L.1 - para a frente
 - L.2 - para trás
 - L.3 - para cima

Os movimentos contra resistência foram executados com tracionamento da gálea em sentido oposto ao do movimento, operação essa feita pela mão do experimentador.

Os voluntários foram instruídos para se descontraírem ao máximo, principalmente no que se refere à musculatura mímica. Para auxiliar esse relaxamento ficavam de olhos fechados e faziam movimentos respiratórios profundos. Todos os voluntários eram previamente treinados nos movimentos a executar, para que não houvesse ocorrências de movimentos parasitas que pudessem, porventura, interferir nos resultados a serem registrados. Cada movimento era repetido pelo menos 5 vezes, antes de se proceder ao registro definitivo.

4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados em duas partes, a saber:

I - Resultados da execução dos movimentos.

II- Resultados eletromiográficos.

I - Resultados da execução dos movimentos:

Alguns movimentos programados, além de apresentarem variações individuais, não foram conseguidos por alguns voluntários. Por esta razão dividimos o grupo de 30 voluntários, em subgrupos, de acordo com os resultados verificados.

Os movimentos que apresentaram variações são descritos e aparecem na tabela 2, à página 27. Os demais, conseguidos por todos, só aparecem em resultados eletromiográficos (item II dos resultados).

A - Elevação dos supercílios

Tanto a execução lenta como rápida deste movimento, que resultava na formação de rugas transversais na região frontal, foi conseguida por todos os voluntários, na forma proposta. Contudo, em 20 dos 30 voluntários estudados, observou-se concomitantemente à elevação dos supercílios, deslocamento da gálea aponeurótica para a frente, evidenciado pe

la movimentação do couro cabeludo no mesmo sentido, com deslocamento da linha de implantação dos cabelos para a frente e para baixo. Esse deslocamento variava de caso para caso com a seguinte classificação, baseada na intensidade do movimento: Tabela 1

TABELA 1

Intensidade visível de deslocamento da gálea aponeurótica para frente durante a elevação dos supercílios, tanto no movimento lento como no movimento rápido.

1 - bem perceptíveis	8
2 - pouco perceptíveis	6
3 - apenas perceptíveis	6
SUB TOTAL	20
4 - imperceptíveis	10
TOTAL	30

Nos 10 casos "imperceptíveis", referidos na Tabela 1, puderam-se perceber mínimos deslocamentos da gálea aponeurótica, apoiando-se a ponta dos dedos no couro cabeludo.

Nos deslocamentos bem perceptíveis e pouco perceptíveis da gálea aponeurótica para a frente, foi possível observar que no início da atividade do ventre frontal, os supercílios começavam a se elevar, e só em seguida havia o deslocamento da gálea

B - Deslocamento da gálea aponeurótica para a frente

B.1 - Artificial

Foi executado nos 30 voluntários.

B.2 - Natural

Dos 30 voluntários, 21 conseguiram esse movimento, mas apenas 1 o obteve de modo "puro", ou seja, realizou o movimento sem elevação dos supercílios, mas ao contrário, com evidente abaixamento dos mesmos. Os 20 restantes só conseguiram esse deslocamento em conjunto com a elevação dos supercílios, como foi descrito no movimento anterior. Os 9 restantes não conseguiram realizar o movimento proposto.

B.3 - Contra resistência

Foi realizado normalmente pelos 21 voluntários que conseguiram esse movimento.

C - Deslocamento da gálea aponeurótica para trás

C.1 - Artificial

Foi executado nos 30 voluntários.

C.2 - Natural

Foi executado por 16 dos 30 voluntários, mas somente 5 o conseguiram a partir da posição de repouso. Os 11 restantes conseguiram a realização do movimento somente após efetuarem elevação dos supercílios.

É interessante observar que os 30 voluntários, ao receberem ordem de movimentar a gálea, tanto para trás como para a frente, reagiam com uma elevação inicial

dos supercílios, mesmo aqueles que não conseguiram completar ou mesmo iniciar o movimento solicitado.

C.3 - Contra resistência

Realizado normalmente pelos 16 voluntários que executaram o movimento.

L - Movimento do pavilhão da orelha

Somente 16 voluntários conseguiram deslocamentos da orelha mediante ordem específica. Desses 16 (que a deslocavam sob ordem específica), 6 o fizeram a partir da posição de repouso e 10 conseguiram fazer esse movimento só após a elevação dos supercílios. Mas o movimento realizado era sempre composto: a orelha se deslocava, ao mesmo tempo, para trás e para cima. Em 6 casos a orelha ia mais para trás do que para cima e em 10 predominava o movimento para cima.

Movimentos do pavilhão da orelha também foram observados concomitantemente com deslocamentos da gálea, portanto, do couro cabeludo, em 21 dos voluntários, quando esse deslocamento era para a frente e em 25 quando era para trás.

Pequenos deslocamentos da orelha, predominantes para cima, foram observados em 28 dos voluntários durante o sorriso natural.

Os demais movimentos não citados, foram executados, sem qualquer variação da forma proposta, por todos os 30 voluntários, razão pela qual eles só aparecem nas tabelas 3 a 10.

II - Resultados Eletromiográficos:

Os resultados das observações eletromiográficas do m. occipitofrontal, em seus dois ventres: ventre frontal e ventre occipital, são apresentados nas tabelas 3 e 4.

As tabelas 5 e 6; 7 e 8; 9 e 10, desdobramentos das tabelas 3 e 4, correspondem, respectivamente, aos seguintes movimentos: deslocamento da gálea para a frente, deslocamento da gálea para trás e movimentos do pavilhão da orelha.

Os ventres frontal e occipital também apresentaram no estado de repouso atividade elétrica média de 25 μ V em 28 dos 30 voluntários estudados.

A reprodução dos correspondentes registros eletromiográficos, com suas respectivas legendas e os potenciais elétricos registrados durante os movimentos nos ventres musculares estudados, aparecem nas páginas 37 e 38.

TABELA 3 - Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter frontalis do m. occipitofrontalis em vários movimentos

MOVIMENTOS	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM		NÃO		POSITIVO		NEGATIVO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
A - Elevação dos supercílios								
A.1 - lenta	30	100,00	0	0,00	30	100,00	0	0,00
A.2 - rápida	30	100,00	0	0,00	30	100,00	0	0,00
B - Deslocamento da gálea aponeuró tica para a frente								
B.1 - artificial	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
B.2 - natural	21	70,00	9	30,00	20	95,23	1	4,76
B.3 - contra resistência	21	70,00	9	30,00	20	95,23	1	4,76
C - Deslocamento da gálea aponeuró tica para trás								
C.1 - artificial	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
C.2 - natural	17	56,66	13	43,33	0	0,00	17	100,00
C.3 - contra resistência	17	56,66	13	43,33	0	0,00	17	100,00
D - Fechamento das pálpebras								
D.1 - natural	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
D.2 - forçado	30	100,00	0	0,00	1	3,33	29	96,66
E - Abertura das pálpebras								
E.1 - natural	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
E.2 - forçada	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
F - Rugas verticais	30	100,00	0	0,00	5	16,66	25	83,33
G - Depressão dos supercílios	30	100,00	0	0,00	3	10,00	27	90,00
H - Piscar	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
I - Abertura máxima da boca, sem repuxamento da comissure	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
J - Deslocamento da gálea lateralmente	0	0,00	30	100,00	0	0,00	30	100,00
K - Sorrir	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
L - Movimentos do pavilhão da orelha	17	56,66	13	43,33	0	0,00	17	100,00

TABELA 4 - Distribuição da frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter occipitalis do m. occipitofrontalis em vários movimentos.

MOVIMENTOS	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM		NÃO		POSITIVO		NEGATIVO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
A - Elevação dos supercílios								
A.1 - lenta	30	100,00	0	0,00	9	30,00	21	70,00
A.2 - rápida	30	100,00	0	0,00	16	53,33	14	46,66
B - Deslocamento da gálea aponeurótica para a frente								
B.1 - artificial	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
B.2 - natural	21	70,00	9	30,00	11	52,38	10	47,61
B.3 - contra resistência	21	70,00	9	30,00	11	52,38	10	47,61
C - Deslocamento da gálea aponeurótica para trás								
C.1 - artificial	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
C.2 - natural	17	56,66	13	43,33	17	100,00	0	0,00
C.3 - contra resistência	17	56,66	13	43,33	17	100,00	0	0,00
D - Fechamento das pálpebras								
D.1 - natural	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
D.2 - forçado	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
E - Abertura das pálpebras								
E.1 - natural	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
E.2 - forçada	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
F - Rugas verticais	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
G - Depressão dos supercílios	30	100,00	0	0,00	1	3,33	29	96,66
H - Pleisar	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	100,00
I - Abertura máxima da boca, sem repuxamento da comissura	30	100,00	0	0,00	0	0,00	30	0,00
J - Deslocamento da gálea lateralmente	0	0,00	30	100,00	0	0,00	30	100,00
K - Sorrir	30	100,00	0	0,00	29	96,66	1	3,33
L - Movimentos do pavilhão da orelha	17	56,66	13	43,33	13	76,47	4	23,52

TABELA 5 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter frontalis do m. occipitofrontalis no movimento de deslocamento da gálea aponeurótica para a frente, natural, desdobrado da tabela 3.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	NÃO	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento	21	(70,00)	9	(30,00)	20	(95,23)	1	(4,76)
2 - A partir da posição de repouso	1	(4,76)	20	(95,23)	0	(0,00)	21	(100,00)
3 - Elevando os supercílios	20	(95,23)	1	(4,76)	20	(95,23)	1	(4,76)

TABELA 6 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter occipitalis do m. occipitofrontalis no movimento de deslocamento da gálea aponeurótica para a frente, natural, desdobrado da tabela 4.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	NÃO	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento	21	(70,00)	9	(30,00)	11	(52,38)	10	(47,61)
2 - A partir da posição de repouso	1	(4,76)	20	(95,23)	0	(0,00)	1	(100,00)
3 - Elevando os supercílios	20	(95,23)	1	(4,76)	11	(55,00)	9	(45,00)

TABELA 7 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter frontalis do m. occipitofrontalis no deslocamento da gálea aponeurótica para trás , natural, desdobrado da tabela 3.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	NÃO	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento	17	(56,66)	13	(43,33)	0	(0,00)	17	(100,00)
2 - A partir da posição de repouso	5	(29,41)	12	(70,58)	0	(0,00)	17	(100,00)
3 - Após elevação dos supercílios	12	(70,58)	5	(29,41)	0	(0,00)	17	(100,00)
4 - Havia concomitante movimentação da orelha	15	(88,23)	2	(11,76)				

TABELA 8 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter occipitalis do m. occipitofrontalis no movimento de deslocamento da gálea aponeurótica para trás, natural, desdobrado da tabela 4.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	NÃO	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento	17	(56,66)	13	(43,33)	17	(100,00)	0	(0,00)
2 - A partir da posição de repouso	5	(29,41)	12	(70,58)	5	(100,00)	0	(0,00)
3 - Após elevação dos supercílios	12	(70,58)	5	(29,41)	12	(100,00)	0	(0,00)
4 - Havia concomitante movimentação da orelha	15	(88,23)	2	(11,76)				

TABELA 9 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter frontalis do m. occipitofrontalis nos movimentos do pavilhão da orelha, desdobrado da tabela 3.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	SIM	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento sob ordem específica	17	(56,66)	13	(43,33)	0	(0,00)	17	(100,00)
2 - A partir da posição de repouso sem tração da gálea aponeurótica	1	(5,88)	16	(94,11)	0	(0,00)	1	(100,00)
3 - Idem, com tração posterior da gálea aponeurótica	6	(35,29)	11	(64,70)	0	(0,00)	6	(100,00)
4 - Após elevação dos supercílios	3	(17,64)	14	(82,35)	0	(0,00)	3	(100,00)
5 - Idem, tracionando a gálea aponeurótica	7	(41,17)	10	(58,82)	0	(0,00)	7	(100,00)
6 - Em movimento composto para trás e para cima	17	(100,00)	0	(0,00)	0	(0,00)	17	(100,00)
7 - Idem, com predominância para trás	6	(35,29)	11	(64,70)	0	(0,00)	6	(100,00)
8 - Idem, com predominância para cima	11	(64,20)	6	(35,29)	0	(0,00)	11	(100,00)

TABELA 10 Distribuição de frequência na execução de movimentos e dos resultados eletromiográficos do venter occipitalis do m. occipitofrontalis nos movimentos do pavilhão da orelha, desdobrado da tabela 4.

	EXECUÇÃO DOS MOVIMENTOS				RESULTADOS ELETROMIOGRÁFICOS			
	SIM	%	NÃO	%	POSITIVO	%	NEGATIVO	%
1 - Realizaram o movimento sob ordem específica	17	(56,66)	13	(43,33)	13	(76,47)	4	(23,52)
2 - A partir da posição de repouso sem tração da gálea aponeurótica	1	(5,88)	16	(94,11)	0	(0,00)	1	(100,00)
3 - Idem, com tração posterior da gálea aponeurótica	6	(35,29)	11	(64,70)	6	(100,00)	0	(0,00)
4 - Após elevação dos supercílios	3	(17,64)	14	(82,35)	0	(0,00)	3	(100,00)
5 - Idem, tracionando a gálea aponeurótica	7	(41,17)	10	(58,82)	7	(100,00)	0	(0,00)
6 - Em movimento composto para trás e para cima	17	(100,00)	0	(0,00)	13	(76,47)	4	(23,52)
7 - Idem, com predominância para trás	6	(35,29)	11	(64,70)	6	(100,00)	0	(0,00)
8 - Idem, com predominância para cima	11	(64,20)	6	(35,29)	6	(54,54)	5	(45,45)

A calibração usada foi de 200 microvolts por divisão e velocidade de varredura dos feixes (sweep) de 200 milissegundos por divisão.

[200 microvolts

→ 200 milissegundos

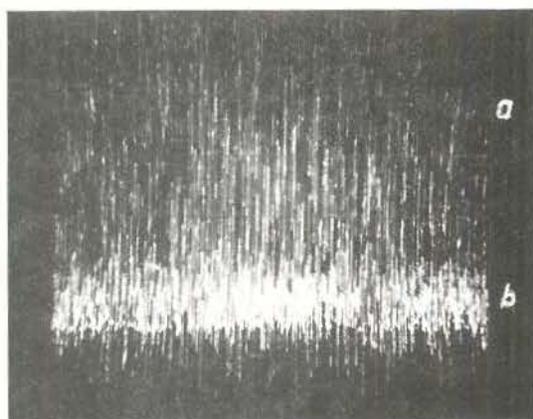


FOTO 1 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis na elevação dos supercílios lenta. Atividade dos dois ventres do músculo.

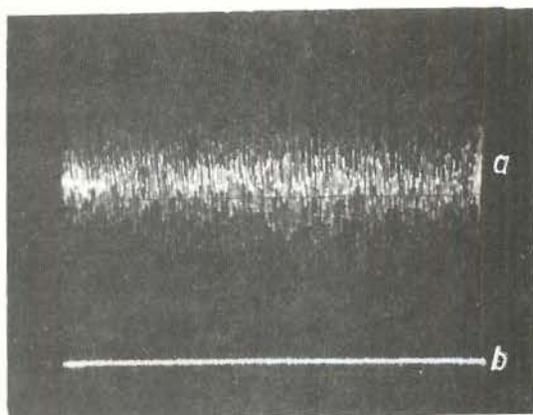


FOTO 2 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis na elevação dos supercílios lenta. Atividade do venter frontalis.

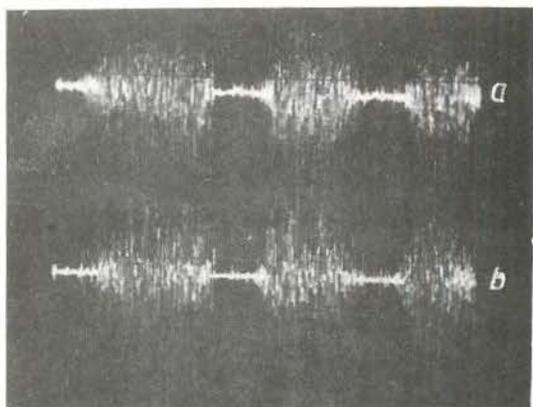


FOTO 3 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis na elevação dos supercílios rápida. Atividade dos dois ventres do músculo.

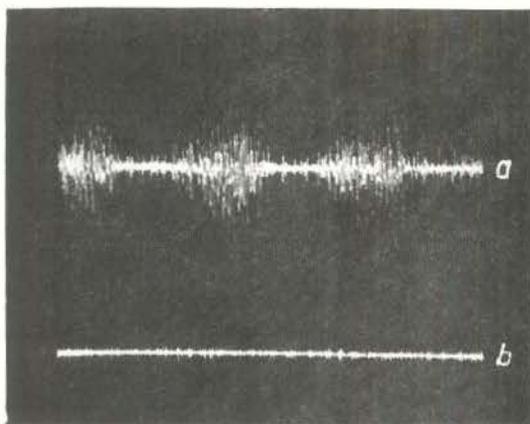


FOTO 4 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis na elevação dos supercílios rápida. Atividade do venter frontalis

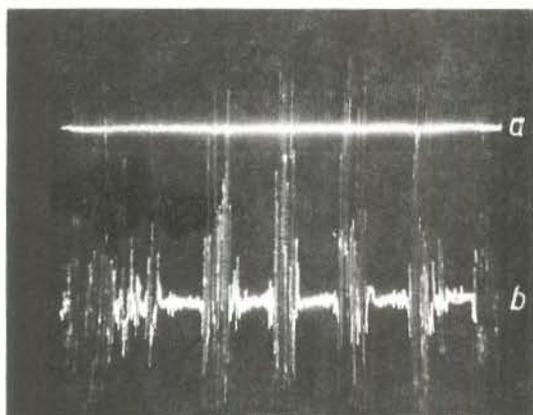


FOTO 5 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis no deslocamento da gálea aponeurótica para trás. Atividade do venter occipitalis

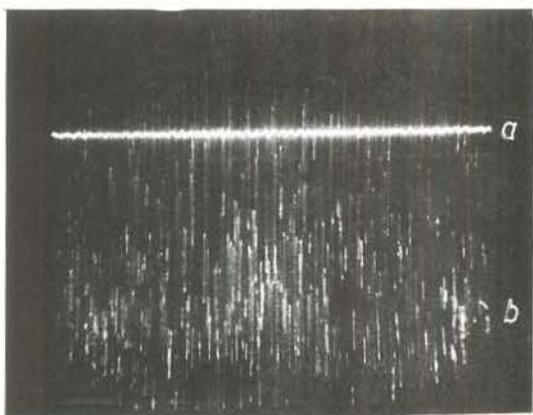


FOTO 6 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis no sorrir. Atividade do venter occipitalis

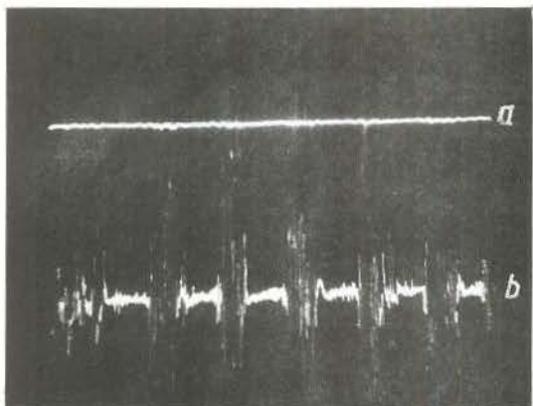


FOTO 7 - EMG do venter frontalis (a) e do venter occipitalis (b) do m. occipitofrontalis nos movimentos do pavilhão da orelha. Atividade do venter occipitalis.

5. DISCUSSÃO

Os ventres frontal e occipital do m. occipitofrontal, apresentaram no estado de repouso atividade elétrica média de 25 μ V, em 28 dos 30 voluntários estudados, fato que TOKIZANE, SUMITSUJI e colaboradores também observaram. Em 2 dos 30 voluntários, em estado de repouso, não se conseguiu registrar atividade elétrica.

A atividade elétrica registrada em estado de repouso desaparecia em alguns voluntários após algum tempo de experimentação e, em outros, quando fechavam as pálpebras com esforço, ou ainda quando faziam movimentos respiratórios profundos. Este fato sugere que a pequena atividade elétrica do músculo em repouso deve ser causada por estados emocionais. Assim é que ALLERS & SCHEMINZKY (1925) observaram correntes de ação em músculo esquelético, quando o paciente somente pensava na contração muscular que deveria desencadear. LUNDERVOLD (1952) relata que "indivíduos tensos" são incapazes de conseguir relaxamento muscular no início dos exames, sendo essa condição sanada pela familiarização do paciente com a experimentação a ser feita. Para NIGHTINGALE (1958) potenciais elétricos em músculos no estado de repouso podem originar-se em virtude do movimento dos eletrodos, devido ao fluxo sanguíneo e ou descargas de fibras nervosas sensoriais. MACHADO DE SOUSA (1968) obteve silêncio elétrico muitas vezes, alterando a posição de implantação do eletrodo coaxial de agulha. Para RODRIQUEZ & DESTER (1970), o traçado elétrico de um

músculo normal, no estado de repouso, é isoeletrico, e a posição inadequada do paciente pode ocasionar uma atividade persistente, a qual pode ser corrigida adotando uma postura mais confortável, que permita um "completo" relaxamento. BEST & TAYLOR (1955), CARLSÖO (1956) e RAMFJORD (1961) e outros, correlacionam potenciais elétricos, verificados durante o estado de repouso, à ação muscular necessária para manter o tônus antigravitário e a postura do músculo. Todavia, CLEMMENSEN (1951), BASMAJIAN (1952), RALSTON & LIBET (1953) e VITTI (1968) são de opinião que a eletromiografia demonstra completo silêncio elétrico, no músculo em repouso.

Quanto ao movimento de elevação dos supercílios, verificou-se que o ventre frontal foi ativo em 100% dos casos, tanto na execução lenta como rápida, o que está de acordo com as observações eletromiográficas de TOKIZANE, SUMITSUJI e colaboradores, LANG e RICKER, e também com os seguintes autores: M'QUILLEN, GAMBA, POIRIER & ROUVIÈRE, McMURRICH, BERTELLI, GRANT, LAMBERTINI, CHIARUGI, ROUVIÈRE, VILHENA "a", BENNINGHOFF, FALCONE, PATURET, BRAUS & ELZE, TESTUT & LATARJET, RAUBER-KOPSCH, WOODBURNE, DAVIES, LOCKHART, HAMILTON & FYFE, GOSS, ORTS LLORCA, D'RAHILLY, MARTONE & EDWARDS, LOCKHART, GRANT & BASMAJIAN, FAZZARI, APRILE & FIGUN.

Como foi comentado na primeira parte dos resultados, a elevação dos supercílios em 20 dos 30 casos era acompanhada de um deslocamento para a frente do couro cabeludo; este fato também é referido por POIRIER & ROUVIÈRE e VILHENA "a". CRUVEILHIER & SEE referem que, fazendo estimulações galvânicas no ventre frontal, há deslocamento "em massa" do couro cabeludo para a frente, acompanhado de evidente elevação dos supercílios.

Ainda no movimento de elevação dos supercílios, obser

vamos que o ventre occipital apresentou atividade elétrica na elevação lenta em 9 casos (30%) e na elevação rápida em 16 casos (53,33%).

Esses resultados discordam, portanto, em parte dos resultados de LANG & RICKER, que concluem haver 100% de atividade elétrica do ventre occipital na elevação rápida dos supercílios. Devemos lembrar, no entanto, que esses autores se basearam nas observações de apenas 5 casos e, por se tratar de amostragem pequena, por coincidência poderia ser viciada.

Nossos resultados referentes ao ventre occipital no movimento de elevação dos supercílios discordam, portanto, de CRUVEILHIER & SEE, McMURRICH, GRANT, VILHENA "b", FALCONE, PATURET, TESTUT, O'RAHILLY, FAZZARI, APRILE & FIGUN, porque, para os citados autores, a contração do ventre occipital, tensionando a gálea aponeurótica, é condição "sine qua non" para que o ventre frontal tenha um ponto fixo, para poder elevar o supercílio.

A inatividade do ventre occipital não compromete a elevação dos supercílios, porque, estando ou não ativo, o movimento foi realizado sem que se observassem diferenças na sua execução. Além do mais, não foram também notadas diferenças na execução do movimento de elevar os supercílios, nos voluntários que realizaram uma elevação lenta sem atividade do ventre occipital e uma elevação rápida com atividade do mesmo ventre.

Estes fatos nos levam a admitir, como mais corretas as hipóteses de POIRIER & ROUVIÈRE, de que o ventre occipital não é tensor da gálea aponeurótica, e de GOSS, que admitiu o ventre frontal agindo isoladamente na elevação dos supercílios.

Assim podemos concluir que o ventre frontal é o responsável pela elevação dos supercílios, tanto rápida como lenta, sem

haver necessidade do ventre occipital fornecer ponto fixo para a realização desse movimento.

O movimento de levar a gálea para a frente naturalmente, foi observado em 21 voluntários. Em 20 como já foi referido esse movimento se dava em conjunto com uma elevação dos supercílios, havendo atividade elétrica em todos esses 20 casos no ventre frontal, e em 9 desses 20, foi registrada atividade elétrica no ventre occipital. O caso restante realizava esse movimento sem elevação dos supercílios mas, ao contrário, com evidente abaixamento dos mesmos, e sem atividade elétrica em nenhum dos dois ventres do músculo occipitofrontal.

Analisando esses dados, poderíamos, talvez, afirmar que o ventre frontal só é responsável pelo movimento de levar a gálea para a frente, sempre em conjunto com uma elevação dos supercílios, e que a atividade ou não do ventre occipital não influi sobre a realização desse movimento. E quando observa-se esse deslocamento para a frente da gálea aponeurótica sem elevação dos supercílios, não se deve a ação do ventre frontal e sim, talvez, a outros músculos mais inferiores. Portanto, nossos resultados discordam dos seguintes autores: 1) TESTUT & LATARJET e APRILE & FIGUN, para os quais o ventre frontal seria o responsável por esse movimento quando a gálea está flácida, em virtude do estado de repouso do ventre occipital. 2) GRANT, FALCONE e DAVIES, que atribuem esse movimento ao ventre frontal, que agiria a partir de sua inserção inferior. 3) McMURRICH, BERTELLI, LAMBERTINI e CHIARUGI, para os quais o ventre frontal é o responsável, sem citarem outros pormenores. 4) LOCKHART, HAMILTON & FYFE, O'RAHILLY, FAZZARI e LOCKHART, que atribuem a movimentação da gálea para a frente à ação alternada dos dois ven

tres do m. occipitofrontal. 5) PATURET, que atribui ao m. occipitofrontal "in totum" essa função. 6) BENNINGHOFF e POIRIER & ROUVIÈRE, que acham ser o ventre frontal o responsável por essa movimentação, mas ajudado por outros músculos.

No movimento de levar a gálea para trás, o ventre occipital mostrou-se ativo e o frontal inativo em todos os voluntários que apresentaram essa movimentação. Essas nossas observações concordam plenamente com as de: CRUVEILHIER & SEE, POIRIER & ROUVIÈRE, McMURRICH, BERTELLI, LAMBERTINI, CHIARUGI, ROUVIÈRE, VILHENA "b", FALCONE, BRAUS & ELZE, TESTUT & LATARJET, RAUBER & KOPSCH, DAVIES, ORTS LLORCA, GRANT & BASMAJIAN, APRILE, FIGUN & GARINO, que consideram o ventre occipital retrator da gálea aponeurótica.

Nossas observações concordam em parte com as de: 1) LOCKHART, HAMILTON & FYFE, LOCKHART, FAZZARI, para os quais a ação alternada dos dois ventres do m. occipitofrontal determina o movimento da gálea para trás, alternado com uma protração da gálea, fato que não foi observado por nós. 2) WOODBURNE, que considera o m. occipitofrontal "in totum", como responsável por este movimento. 3) BENNINGHOFF, para o qual o ventre occipital só aplanava as rugas da testa.

O deslocamento artificial, manual, da gálea aponeurótica, tanto para a frente como para trás, foi executado em todos os voluntários. Nenhum deles apresentou qualquer atividade no m. occipitofrontal; portanto deslocamentos mecânicos, artificiais da gálea, não induzem contrações dos ventres deste músculo.

Os deslocamentos da gálea, tanto para a frente como para trás, contra-resistência, resultaram em observações equivalentes às dos movimentos naturais; portanto, a introdução da resistên-

cia não interfere nas contrações dos ventres musculares do m. occipitofrontal.

Os dois ventres do m. occipitofrontal mostraram-se inativos nos seguintes movimentos realizados por todos os 30 voluntários: abrir as pálpebras, natural e forçado, fechar as pálpebras natural, piscar e abrir a boca sem repuxamento da comissura. E apenas em alguns voluntários, ativos no fechar as pálpebras forçado, formar rugas verticais e deprimir os supercílios.

Estes resultados não estão de acordo com SUMITSUJI e colaboradores, que concluem ser o ventre frontal ativo no abrir normal e forçado da boca, franzir a testa e elevar as pálpebras superiores. Essa diferença de resultados pode ser explicada talvez pela falta de alto-falante acoplado ao sistema, para diferenciar ruídos musculares à distância, os quais podem mascarar os resultados, em virtude de interação de campos elétricos de músculos vizinhos (HICKY, WOELFEL & RINEAR, 1957). Para ROGOFF & REINER, 1970, o som é fundamental para um diagnóstico eletromiográfico, tanto que ALLERS & SCHEMINZKY diagnosticavam pelo som quais eram os músculos das diversas regiões do corpo que estavam em contração isométrica.

Nenhum dos 30 voluntários conseguiu deslocar a gálea lateralmente e nessas tentativas observou-se total inatividade do m. occipitofrontal.

No sorriso natural, o ventre frontal mostrou-se inativo, todavia, o ventre occipital apresentou atividade em 28 dos 30 voluntários. Embora pareça estranha tal atividade, convém lembrar que o ventre occipital relacionando-se, através da gálea aponeurótica, à musculatura da face, é capaz de repuxar a pele da fronte, através da retração do couro cabeludo. Este fato poderá ter motivado a dedução de vários autores ao considerarem o ventre occipital como

ponto fixo aos movimentos do ventre frontal.

A movimentação isolada "pura" do pavilhão da orelha não foi observada em nenhum dos 30 voluntários. Porém, 17 conseguiram movimentar o pavilhão da orelha, em um movimento composto, para trás e para cima.

O ventre frontal foi inativo em todos os 17 casos. O ventre occipital mostrou-se ativo em 12 dos 17 voluntários (70,58%). Esses resultados concordam com as referências encontradas em CRUVEILHIER & SEE e TESTUT & LATARJET, para os quais o ventre occipital pode movimentar o pavilhão da orelha. Discordam de BRAUS & ELZE, que negam tal possibilidade.

Embora tenhamos registrado atividade elétrica no ventre occipital, durante a movimentação do pavilhão da orelha, em alguns voluntários não se notaram modificações desse movimento quando havia silêncio elétrico do ventre occipital. Se observarmos a tabela 9 à página 35, verificaremos que somente um voluntário conseguiu movimentar o pavilhão da orelha sem movimentar, concomitantemente, de alguma maneira, a gálea aponeurótica. Esses dois fatos dificultam a interpretação precisa da contribuição do ventre occipital no movimento do pavilhão da orelha.

Pequenos deslocamentos do pavilhão da orelha, foram observados em outros movimentos, como por exemplo, na elevação dos supercílios. Fato que poderia ser atribuído a deslocamentos mecânicos dos tecidos adjacentes à gálea aponeurótica, visto que ela se estende até as proximidades do pavilhão da orelha (COLLE, 1924).

Finalmente analisando as tabelas 4 a 10, às páginas 32 a 36 nota-se que muitos voluntários, ao executarem alguns dos movimentos propostos, nos quais o ventre occipital era ativo,

efetuavam elevação dos supercílios, prévia ou concomitantemente a execução do movimento. Embora esse fato sugira uma subordinação de um ventre a outro, devemos lembrar que voluntários treinados, podem contrair voluntariamente uma única unidade motora de um músculo estriado (BASMAJIAN & SIMARO, 1966). Em face dessa possibilidade, muito mais fácil será, mediante aprendizado, contrair, independentemente, os ventres frontal e occipital do m. occipitofrontal. Embora houvesse treinamento preliminar dos voluntários, antes de se proceder aos registros elétricos, constatamos, como já foi referido nos resultados, que a necessidade de elevar os supercílios e, por conseguinte, contrair o ventre frontal, diminuía à medida que os voluntários repetiam e, assim, apreendiam a executar os movimentos solicitados.

Em face das discordantes opiniões já mencionadas na literatura e em face do que já foi comentado nesse capítulo de discussão, desenvolvemos um modelo mecânico, teórico, do músculo occipitofrontal e a respectiva dedução matemática do seu funcionamento, para verificar se a mecânica muscular e os resultados eletromiográficos por nós observados teriam, talvez, uma explicação teórica e lógica.

SUGESTÃO DE MODELO MECÂNICO, PARA TENTAR EXPLICAR A DINÂMICA FUNCIONAL DO M. OCCIPITOFRONTAL, NO HOMEM

- 1) A parte ativa do m. occipitofrontal compreende seus dois ventres: occipital e frontal. A contração isolada de cada um deles originaria, teoricamente, forças (F) de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário, aplicadas uma em cada inserção (I_1) e

(I_2), conforme esquema abaixo:

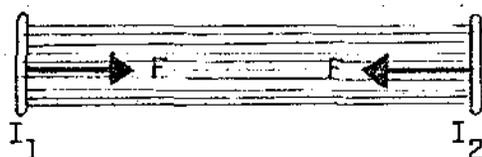


Fig. 1 - Esquema das inserções dos dois ventres do m. occipito-frontal; as linhas paralelas representam o corpo muscular, I_1 e I_2 representam o local de inserção. Os 2 vetores F aplicados em I_1 e I_2 representam as forças que se originam da contração do músculo.

Mecanicamente, a disposição dos dois ventres musculares e a gálea aponeurótica a eles interposta, seria equivalente a um sistema de roldanas (SR), assim representado:

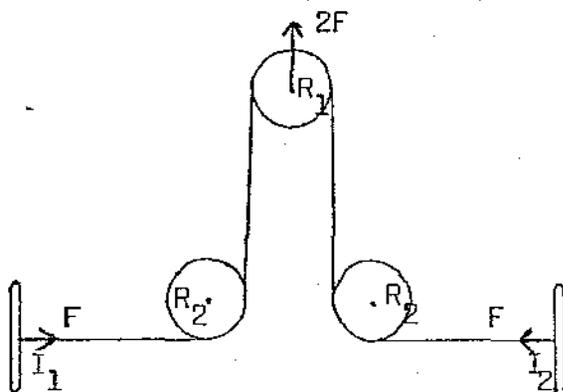


Fig. 2 - Sistema de Roldanas - A força $2F$, aplicada à roldana móvel R_1 , é transmitida a I_1 e I_2 , por meio de duas roldanas fixas (R_2) com mesma direção e sentido contrário.

A roldana móvel (R_1) divide a força $2F$, aplicada sobre ela, em duas outras (F), transmitidas a I_1 e I_2 , através de duas roldanas fixas (R_2) com mesma direção e sentido contrário.

Esse sistema de roldanas parece ideal para representar esta ação muscular, visto que nele podemos variar a força, e mesmo mantê-la, equilibrando o sistema como em uma contração isométrica. Embora morfologicamente esse sistema não se assemelhe a um músculo, mecanicamente a sua ação é igual à do músculo.

- 2) Como o tecido muscular no estado de repouso possui uma viscoelasticidade, ele é extensível (JACOBS, 1966) sob um esforço e, cessado esse esforço, ele retorna a sua posição inicial. Este fato pode ser representado como uma mola (M) presa às suas inserções (I_1 e I_2).

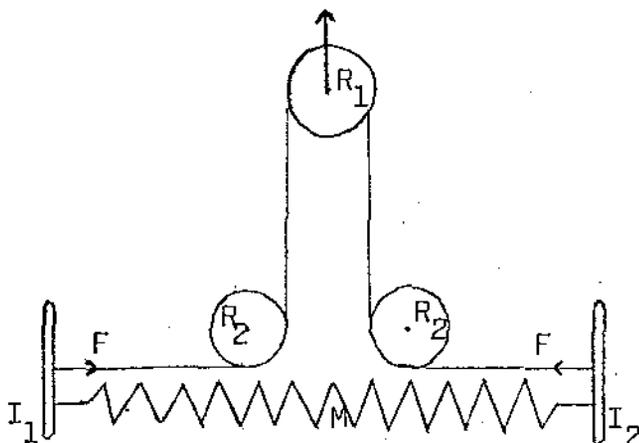


Fig. 3 - Sistema de roldanas, sendo R_1 roldana móvel, R_2 roldana fixa, que representam a mecânica da ação muscular, a mola M a viscoelasticidade do tecido muscular.

Quando o tecido muscular estiver no estado de repouso, ou seja, sem força agindo sobre o sistema de roldanas (SR), e houver um deslocamento de uma de suas inserções, permanecendo a outra fixa, deverá haver uma deformação da mola M, proporcional ao esforço.

- 3) A gálea aponeurótica, que serve de "tendão intermediário" aos 2 ventres do m. occipitofrontal, não é rígida e sim passível de extensão, porque apresenta em sua estrutura fibras elásticas pa

ralemas a fibras colágenas. Mesmo "in vitro", após fixada, a gálea, apresenta alongamento de sua estrutura (LANG & RICKER). Portanto então pelas mesmas razões sugeridas no caso anterior ser representada por uma mola (M).



Fig. 4 - A mola M, representa a viscoelasticidade da gálea aponeurótica, que recebe a inserção do ventre occipital em I_2 e do ventre frontal em I_3 .

- 4) As inserções superiores, do ventre frontal e do ventre occipital prendem-se à gálea. A inserção inferior do ventre occipital é no osso occipital, portanto, rigidamente ancorada em tecido ósseo. A inserção inferior do ventre frontal é no tegumento comum da fronte, portanto, de fácil deslocamento, somente obstado pela viscoelasticidade da região que pode ser representada pela força (F) em oposição aí aplicada.

Essas considerações permitem a construção do modelo mecânico representado na figura 5, à página 51.

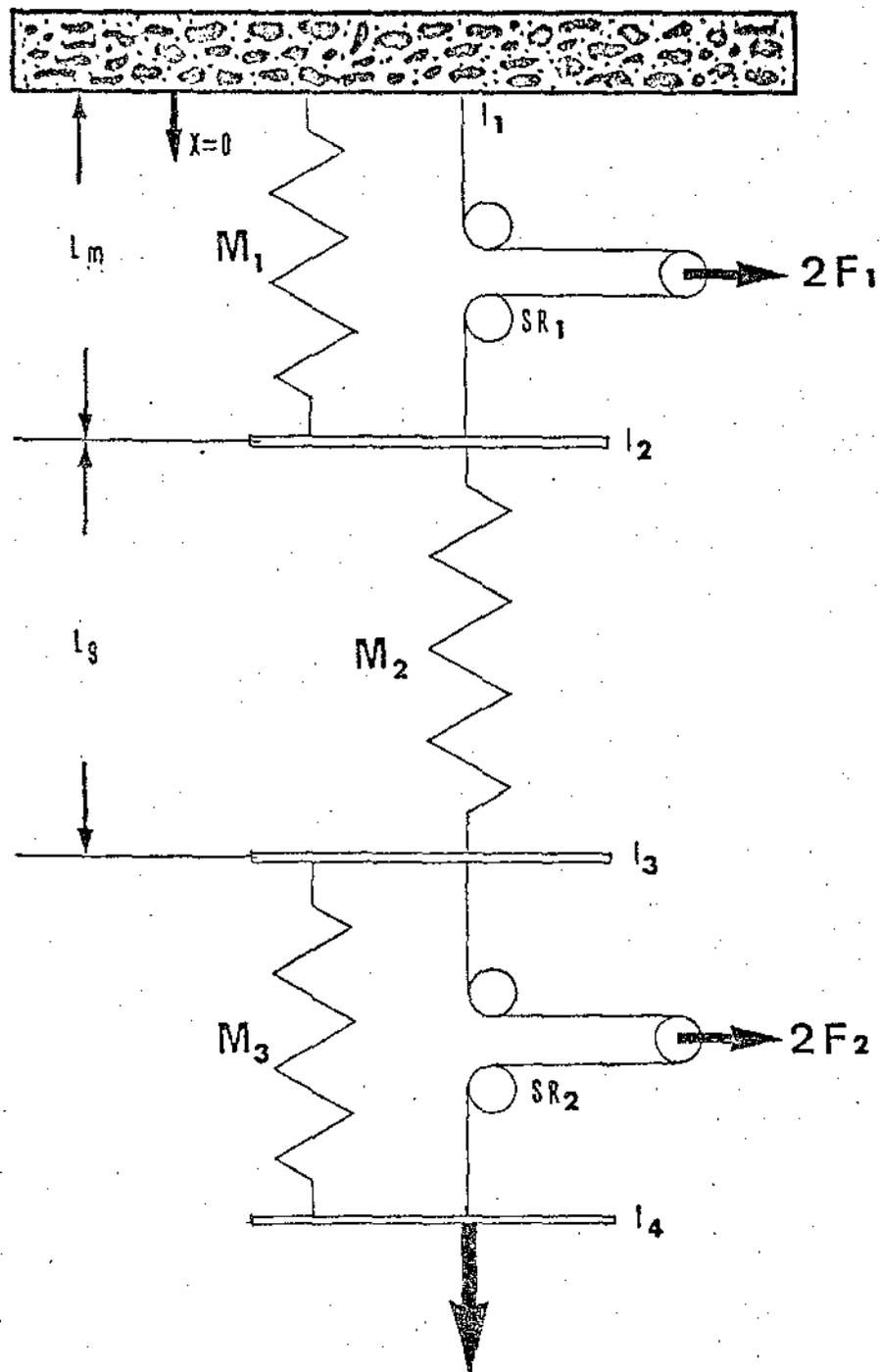


Fig. 5 Modelo Mecânico do M. Occipitofrontalis em que:

- I_1 = inserção do ventre occipital no osso occipital.
- I_2 = inserção do ventre occipital na gálea aponeurótica.
- I_3 = inserção do ventre frontal na gálea aponeurótica.
- I_4 = inserção do ventre frontal no tegumento comum da região superciliar.
- SR_1 = parte ativa do ventre occipital.
- SR_2 = parte ativa do ventre frontal.
- M_1 = viscoelasticidade do ventre occipital.
- M_2 = viscoelasticidade da gálea aponeurótica.
- M_3 = viscoelasticidade do ventre frontal.
- f = força que reage ao deslocamento do tegumento comum da região dos supercílios.
- L_m = comprimento do ventre occipital.
- L_g = comprimento da gálea aponeurótica.
- $2F_1$ = força que o ventre occipital aplica em suas inserções
- $2F_2$ = força que o ventre frontal aplica em suas inserções.
- $X=0$ = ancoragem do ventre occipital no osso occipital.

Esquema de funcionamento

1) Ventre Frontal:

Quando o ventre frontal se contrai, origina duas forças de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário, aplicadas uma em cada inserção. No modelo mecânico, o sistema de roldanas (SR_2) transmite a força $2F$ às duas inserções do ventre (I_3 e I_4) como forças F .

a) Ação do ventre frontal em sua inserção inferior (I_4)

A força F aplicada na região dos supercílios (I_4) determina uma aceleração na pele do local, no mesmo sentido de F , pois a pele dessa região é móvel e não possui nenhuma âncora rígida. Comportando a região dos supercílios dentro da Segunda Lei de Newton (GOLDEMBERG, 1968) que é expressa pela fórmula:

$$R = m \cdot a \quad (1)$$

onde

R = resultante das forças aplicadas a região dos supercílios.

m = massa da pele da região dos supercílios.

a = aceleração da pele da região dos supercílios.

mas

$$R = F - f \quad (2)$$

F = força do ventre muscular aplicada à região dos supercílios.

f = força que a viscoelasticidade da região dos supercílios opõe à aceleração "a", de mesma direção e sentido contrário à força F .

Substituindo (2) em (1), temos:

$$F-f = m.a \quad (3)$$

De acordo com HILL (1938), a resistência de partes moles, devido à viscoelasticidade, ao deslocamento muscular é expressa pela fórmula:

$$f = K.v \quad (4)$$

onde

K = a constante de viscoelasticidade da região deslocada, no caso a região dos supercílios.

v = velocidade do deslocamento.

Substituindo (4) em (3), temos:

$$F-K.v = m.a$$

A aceleração "a" é a derivada da velocidade (v) em relação ao tempo (t)

$$a = \frac{d.v}{d.t} \quad (6)$$

Substituindo (6) em (5), temos:

$$F-K.v = m. \frac{d.v}{d.t} \quad (7)$$

A resolução final da equação diferencial (6) segundo PISKUNOV (s/d), seria:

$$v = \Phi.e^{\frac{-K}{m} \cdot t} + \frac{F}{K} \quad (8)$$

onde:

e = base dos logaritmos naturais.

Φ = constante determinada supondo $v = v_0$

quando $t=0$

$$\Phi = v_0 - \frac{F}{K} \quad (9)$$

Substituindo (9) em (8), temos:

$$v = \left(v_0 - \frac{F}{K} \right) e^{\frac{-Kt}{m}} + \frac{F}{K} \quad (10)$$

Essa equação determina a velocidade de deslocamento da região dos supercílios quando F é constante devido a contração isotônica do ventre frontal.

b) Ação do ventre frontal em sua inserção superior (I_3)

A força F aplicada na gálea aponeurótica (I_3), não resulta numa aceleração como no caso anterior, pois a gálea através do ventre occipital, está ancorada no osso occipital, havendo portanto uma deformação do sistema em vez de aceleração.

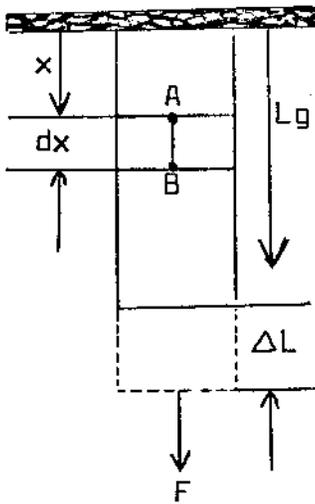
Assim a gálea aponeurótica é um sistema deformável, trabalhando dentro do seu limite de elasticidade (cessando o esforço o sistema volta ao seu comprimento original) obedecendo portanto a lei de HOOKE (1676). "A deformação é, dentro desse limite, proporcional ao esforço agente".

A gálea absorverá a energia transmitida a ela pelo ventre frontal através da deformação gradativa de suas fibras; em um dado instante t' a gálea aponeurótica resiste a uma força F' que produz um deslocamento correspondente $\Delta L'$.

O esforço e a deformação aumentam assim gradualmente até que no final do processo, num instante t , a força terá seu valor máximo F que corresponderá ao deslocamento ΔL (Fig. 4).

Assim temos que:

$$\text{para } 0 < t' < t, \quad F' < F \quad \text{e} \quad \Delta L' < \Delta L$$



F = valor final da força do ventre frontal.
 L_g = comprimento inicial da gálea
 ΔL = alongamento final da gálea
 S = área da secção transversal da gálea

Fig. 6 - Esquema de deformação da gálea sob a ação do ventre frontal; a força F do músculo provoca uma deformação ΔL do comprimento inicial L_g da gálea, ficando a gálea com um comprimento final L ; essa deformação ΔL será a soma das deformações infinitesimais Δdx , de uma secção dx situada a uma distância x da ancoragem.

A fim de facilitar vamos dividir a gálea aponeurótica em secções e estudá-la de modo que a deformação final ΔL possa ser decomposta como a somatória de deslocamento de cada secção.

Como as deformações devem variar com a posição que ocupam na gálea aponeurótica, estudaremos o deslocamento de uma secção genérica situada a uma distância x da ancoragem (Fig. 6).

Tal secção, que poderemos supor de comprimento dx , sofrerá uma deformação Δdx .

Nessa secção, como em todas as outras, a força F se distribui pela área S , de tal maneira que cada elemento da área resiste a uma fração G dessa força, tal que:

$$G = \frac{F}{S} \quad (G = \text{força por unidade de área}).$$

$$\xi = \frac{\Delta dx}{dx} \quad (\text{onde } \xi \text{ é o alongamento por unidade de comprimento}).$$

Considerando ainda a Lei de HOOKE, podemos definir o Módulo de Elasticidade do material, E , (no caso gálea aponeurótica) através de:

$$G = E \cdot \xi \quad (11)$$

onde ξ , densidade linear do alongamento (alongamento por unidade de comprimento) definido por:

$$\xi = \frac{\Delta dx}{dx}$$

A constante E é determinada experimentalmente, sendo uma característica do material.

Substituíndo os valores G e ξ na expressão (11):

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta dx}{dx}$$

Portanto temos que:

$$\Delta dx = \frac{F \cdot dx}{ES} \quad (12)$$

O deslocamento final ΔL é obtido por:

$$\Delta L = \int_0^L \Delta dx = \int_0^L \frac{F \cdot dx}{ES}$$

$$\Delta L = \int_0^L \frac{F \cdot dx}{ES} \quad (13)$$

Como a força F é aplicada na extremidade e não depende de x , e considerando S constante, vem:

Como a força F é aplicada na extremidade e não depende de x , e considerando S constante, vem:

$$\Delta L = \frac{F}{ES} \int_0^L dx$$

$$\Delta L = \frac{FL}{ES} \quad (14)$$

A expressão acima (14) será a expressão final para o alongamento, mas como a gálea não se prende ao osso occipital, e sim o faz através do ventre occipital, é necessário estudar essa expressão final sob três condições hipotéticas:

- I) Quando o ventre occipital está no estado de repouso.
- II) Quando o ventre occipital está em contração isométrica.
- III) Quando o ventre occipital está em contração isotônica.

I) Quando o ventre occipital está no estado de repouso

Neste caso a ancoragem ($x=0$) se dá no osso occipital . Funcionando o ventre homônimo, como um prolongamento da gálea , sofrerá a partir do seu estado de repouso, também, uma deformação permitida pela sua viscoelasticidade, funcionando como um prolongamento da gálea.

Tomemos a partir da figura 5:

L_{vo} = comprimento inicial do ventre occipital.

L_g = comprimento inicial da gálea.

ΔL_{vo} = alongamento do ventre occipital.

ΔL_g = alongamento da gálea.

ΔLt_1 = alongamento total para o ventre occipital em re
pouso.

Sejam: E_g = módulo de elasticidade da gálea.

E_{vo} = módulo de elasticidade do ventre occipital.

S_{vo} = área da secção do ventre occipital.

S_g = área da secção da gálea.

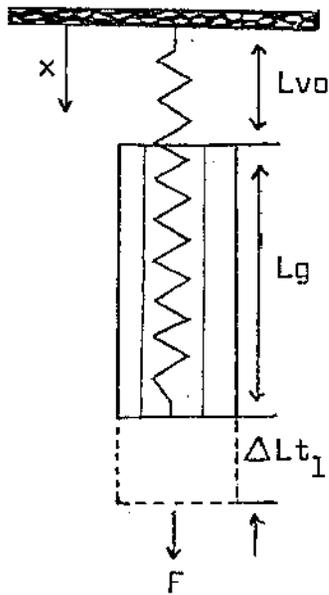


Fig. 7 - Esquema da deformação da gálea aponeurótica e do ventre occipital, quando esta no estado de repouso. A força F do ventre frontal faz variar o comprimento inicial da gálea aponeurótica L_g e o comprimento inicial do ventre occipital (L_{vo}), em um alongamento final ΔL_{t_1} .

Assim, o alongamento total poderá ser escrito como:

$$\Delta L_{t_1} = \Delta L_{vo} + \Delta L_g \quad (15)$$

De acordo com (13) teríamos:

$$\Delta L_{vo} = \int_0^{L_{vo}} \frac{F \cdot dx}{E_{vo} \cdot S_{vo}} \quad (16)$$

$$\Delta Lg = \int_{Lvo}^{Lvo + Lg} \frac{F \cdot dx}{Eg \cdot Sg} \quad (17)$$

Substituindo (16) e (17) em (15), temos:

$$\Delta Lt_1 = \int_0^{Lvo} \frac{F \cdot dx}{Evo \cdot Svo} + \int_{Lvo}^{Lvo + Lg} \frac{F \cdot dx}{Eg \cdot Sg}$$

ou, sob as mesmas condições supostas para a expressão (13), temos:

$$\Delta Lt_1 = \frac{F \cdot Lvo}{Evo \cdot Svo} + \frac{F \cdot Lg}{Eg \cdot Sg} \quad (18)$$

II) Quando o ventre occipital está em contração isométrica

Se durante a aplicação da força F do ventre frontal na gálea, o ventre occipital entrar em contração isométrica, a ancoragem se dá na inserção I_2 , e não mais em I_1 (osso occipital), reduzindo portanto o comprimento total do sistema deformável ao comprimento da própria gálea.

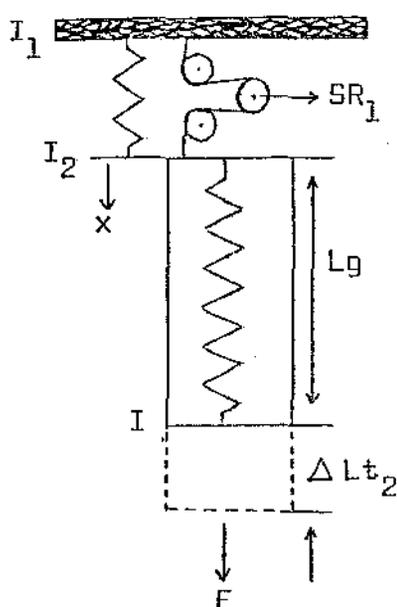


Fig. 8 - O ventre occipital, representado pelo sistema de roldanas SR_1 , através de uma contração isométrica desloca a ancoragem do sistema deformável de I_1 para I_2 . A força F do ventre frontal deforma só a gálea aponeurótica, pois a ancoragem $x=0$ está em I_2 , ficando o sistema acrescido da deformação ΔLt_2 .

Assim ΔLt_2 , que é a deformação, neste caso seria:

$$\Delta Lt_2 = \Delta Lg \quad (19)$$

$$\Delta Lg = \int_0^{Lg} \frac{F \cdot dx}{Eg \cdot Sg} \quad (20)$$

Substituindo (20) em (19)

$$\Delta Lt_2 = \frac{F \cdot Lg}{Eg \cdot Sg} \quad (21)$$

Procuramos comparar as expressões (18) e (21). Como a força F exercida pelo ventre frontal seria a mesma em ambos os casos I e II, temos que:

$$\frac{\Delta Lt_1}{\Delta Lt_2} = \frac{\frac{F \cdot Lvo}{Evo \cdot Svo} + \frac{F \cdot Lg}{Eg \cdot Sg}}{\frac{F \cdot Lg}{Eg \cdot Sg}}$$

poderá ser escrita como:

$$\frac{\Delta Lt_1}{\Delta Lt_2} = \frac{Lvo \cdot Eg \cdot Sg}{Lg \cdot Evo \cdot Svo} + 1$$

onde o primeiro termo do segundo membro será sempre positivo.

Portanto:

$$\frac{\Delta Lt_1}{\Delta Lt_2} > 1$$

ou seja:

$$\Delta Lt_1 > \Delta Lt_2$$

III - Quando o ventre occipital está em contração isotônica:

Neste caso a ancoragem da gálea aponeurótica não se daria na inserção do ventre occipital da gálea, e sim estaria deslocada mais para cima, pois a ação do músculo produziria um alongamento ΔL_o nessa região através da força F_o , enquanto a força F do ventre frontal causaria na outra extremidade um alongamento ΔL_f .

Na situação final de equilíbrio teríamos:

$$F_f = F_o = F$$

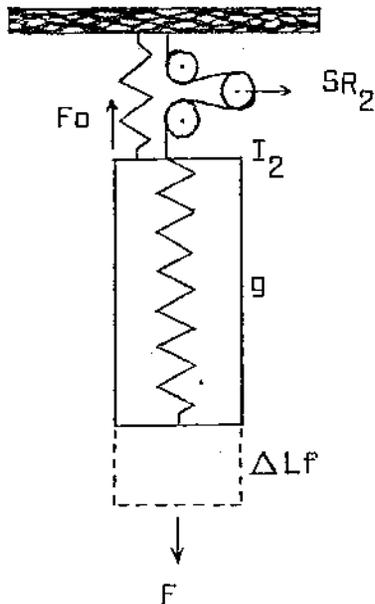


Fig. 9 - A contração isotônica do ventre occipital, representada pelo sistema de roldanas SR_2 , aplica à gálea aponeurótica (g) uma força F_o e a força F do ventre frontal, provoca uma deformação ΔL_f na gálea aponeurótica.

Analisando a situação final do sistema com a aplicação dessas duas forças teríamos:

$$\Delta L_o + \Delta L_f = \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g}$$

portanto:

$$\Delta L_{t_3} = \frac{F \cdot L_g}{F_g \cdot S_g} \quad (22)$$

No entanto observou-se que o deslocamento ΔL_o é desprezível, ou seja, $\Delta L_o \ll \Delta L_f$. Assim, para todos os efeitos, o ventre occipital, mesmo agindo isotonicamente, funciona como uma ancoragem ligeiramente deslocável, mas para o qual podemos escrever:

$$\Delta L_o + \Delta L_f \approx \Delta L_f \quad (23)$$

Com tal proposição retomamos praticamente o mesmo que obtivemos anteriormente (21), como podemos verificar ao comparar as fórmulas (21) e (22)

$$\Delta L_o + \Delta L_f = \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g} \quad \Delta L_f \approx \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g} \quad \text{ou}$$

$$\Delta L_{t_2} = \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g} \quad (24)$$

2) Ventre Occipital:

Quando o ventre occipital se contrai, origina duas forças F de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário, aplicadas em suas inserções.

A força F aplicada à inserção inferior I_1 é absorvida pelo osso occipital.

A força F aplicada à inserção superior I_2 , quando o

ventre frontal estiver em repouso, provocará o mesmo efeito que este ventre provoca em I_4 , região dos supercílios, expressa pela fórmula (10):

$$v = \left(v_0 - \frac{F}{K} \right) e^{\frac{-Kt}{m}} + \frac{F}{K}$$

Do que foi exposto neste modelo mecânico e suas deduções matemáticas, o funcionamento do músculo occipitofrontal pode ser assim resumido, teoricamente:

- 1) O ventre frontal, contraindo-se transmite suas forças de mesmas intensidades e direção, mas de sentido contrário, nas duas inserções.
- 2) Na região dos supercílios, inserção inferior do ventre frontal, essa força causa um deslocamento de baixo para cima, de velocidade (v) já no início da contração do tecido muscular, e expresso por:

$$v = \left(v_0 - \frac{F}{K} \right) e^{\frac{-Kt}{m}} + \frac{F}{K} \quad (10)$$

- 3) Na gálea aponeurótica, inserção inferior, a força determinaria uma deformação (ΔLt_1) de cima para baixo, da gálea aponeurótica e do ventre occipital, se este estiver no estado de repouso, deformação que é expressa pela fórmula:

$$\Delta Lt_1 = \frac{F \cdot Lv_0}{E_v + S_v} + \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g} \quad (18)$$

- 4) Quando o ventre occipital estiver em contração isométrica, o ventre frontal somente causará deformação da gálea aponeurótica, expressa pela fórmula:

$$\Delta Lt_2 = \frac{F \cdot L_g}{E_g \cdot S_g} \quad (21)$$

- 5) A ação do ventre frontal causará sempre um deslocamento de sua inserção superior (gálea aponeurótica), pois sua ação provocará uma deformação ΔLt_1 , quando o ventre occipital está em repouso e ΔLt_2 quando este ventre estiver em contração. Embora $\Delta Lt_1 > \Delta Lt_2$, sugerindo que essa deformação seria maior quando o ventre occipital estiver em repouso, o fato não foi verificado nos 30 voluntários observados.
- 6) A contração isotônica do ventre occipital, durante a ação do ventre frontal, resultará numa situação igual à anterior, visto que a deformação da gálea continuará a ser expressa pela fórmula:

$$\Delta Lt_2 = \frac{F \cdot Lg}{Eg \cdot Sg}$$

- 7) Quando existir somente contração do ventre occipital, ela originará duas forças de mesma intensidade, direção e duração, mas de sentido contrário.
- 8) A força aplicada à inserção óssea do ventre occipital será absorvida pelo tecido ósseo. A força aplicada a gálea aponeurótica provocará um deslocamento da gálea aponeurótica da frente para trás expressa pela fórmula:

$$v = \left(v_0 - \frac{F}{K} \right) e^{\frac{-Kt}{m}} + \frac{F}{K}$$

Essas observações estão de acordo com os nossos resultados, visto que observamos que a contração do ventre frontal causa inicialmente uma elevação dos supercílios, seguida logo após de um deslocamento para a frente e para baixo da linha de implantação do cabelo. O ventre occipital pode contrair-se em conjunto com

o ventre frontal, mas sua atividade não altera os efeitos da ação do ventre frontal. O ventre occipital agindo isoladamente, desloca para trás a gálea aponeurótica e, por conseguinte, o couro cabeludo a ela aderente.

6. CONCLUSÕES

O estudo eletromiográfico do músculo occipitofrontal no homem e seu modelo mecânico, teórico, com a respectiva dedução matemática de funcionamento, permite estabelecer as seguintes conclusões:

1) Os ventres frontal e occipital, do m. occipitofrontal, têm ação independente um do outro, a despeito da gálea aponeurótica.

2) O ventre frontal, além de elevar o supercílio homolateral, traciona concomitantemente a gálea aponeurótica para a frente e, conseqüentemente, é o responsável pela formação de rugas transversais na região frontal.

3) O ventre occipital é o responsável pela tração da gálea aponeurótica para trás.

4) O ventre occipital é ativo no sorriso, podendo ou não participar em movimentos do pavilhão da orelha.

5) O ventre occipital pode, eventualmente, agir durante a elevação do supercílio homolateral, mas essa sua função não é fornecer, como se refere na maioria dos tratados, ponto fixo ao ventre frontal, através da gálea aponeurótica.

6) Teoricamente, através do modelo mecânico e da respectiva dedução matemática, a contração do ventre occipital, tanto isométrica como isotonicamente, na elevação dos supercílios, não impede o tracionamento da gálea aponeurótica para a frente, pois ela se deforma sob ação do ventre frontal.

7. RESUMO

Os ventres frontal e occipital do M. Occipitofrontalis direito de 30 voluntários, com idades variando de 19 a 30 anos, foram estudados eletromiograficamente com aparelho TECA TE-4, de dois canais. Os eletrodos utilizados eram de aço especial de 80 μ de diâmetro.

Partindo das observações feitas e em face das discordâncias encontradas na literatura, foi desenvolvido um modelo mecânico, teórico e, através de deduções matemáticas procurou-se interpretar os resultados obtidos para melhor compreender a dinâmica funcional do M. Occipitofrontalis. Suas ações principais aparecem enumeradas no capítulo "Conclusões".

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALLERS, R. & SCHEMINSKY, F. "Über aktionsströme der Muskeln bei motorischen Vortellungen un verwandten Vorgängen." Pflügers Arch. ges. Physiol., 212: 169-82, 1925.
2. APRILE, H. & FIGUN, M.E. Miologia. In: _____; _____; GARIND, R. R. Anatomia Odontológica. 5. ed. Buenos Aires, El Ateneo, 1971. Cap. 2, p. 72.
3. BASMAJIAN, J. V. Electromyography. Univ. Toronto Med. J., 30: 10-8, 1952.
4. ————. Muscles Alive Their functions revealed by electromyography. 2. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1967. p. 1, 333-4.
5. ———— & SIMARD, T. G. Effects of distracting movements on the control of trained motor units. Am. J. Phys. med., 45: 139-47, 1969.
6. BEEVDOR, G. E. Croonian lectures on muscular movements and their representation in the central nervous system. Lancet, 1 (6): 1715-24, 1903.
7. BENNINGHOFF, A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 4. ed. Berlin, Urban, Schwarzenberg, 1949. v. 1, p. 539-40.
8. BERTELLI, D. Muscoli de la testa. In: BALLI, R. et alli. Trattato di Anatomia Umana. 2. ed. Milano, Vallardi, 1932. v. 2, cap. 1, p. 13-5.

9. BEST, C. H. & TAYLOR, N. B. The physiological basis of medical practice. 6. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1955. p. 962-3.
10. BRAUS, H. & ELZE, C. Anatomie des Menschen. 3. ed. Berlin, Springer, 1954. v. 1, p. 744-6.
11. CARLSÖÖ, S. An electromyographic study of the activity of certain muscles (mainly the anterior belly of digastric muscle) and the reciprocal innervation of the elevator and depressor musculature of the mandible. Acta anat., 26: 81-93, 1956.
12. CHIARUGI, G. Istituzioni di Anatomia dell'Uomo. 7. ed. Milano, Soc. ed. libr., 1948. v. 2, p. 67,8.
13. CLEMMENSEN, S. Some studies of muscle tone. Proc. R. Soc. Med., 44: 637-46, 1951.
14. COLLE, G. Il "musculus cutaneus cranii" e la sua fascia. Archo ital. Anat. Embriol., 20: 272-370, 1924.
15. CRUVEILHIER, J. & SEE, M. Traité D'Anatomie Descriptive. 2. ed. Paris, Asselin, 1877. v. 1, p. 604-10.
16. DAVIES, D. V. In Gray's Anatomy, Descriptive and Applied. 32. ed. London, Longmans, 1958. p. 553.
17. DUCHENNE, G. B. Physiologie des Mouvements démontrée a l'ar de l'experimentation électrique e l'observation clinique et applicable a l'etude des paralysies et des deformations. Trad. de E. B. Kafland. Philadelphia, Lippincott, 1949. p. 584.
18. EBERT, H. Morphologische und funktionelle Analyse des Musculus Masseter. Z. Anat. EntwGesch., 109: 790-802, 1939.

19. ELZE, C. Ungewohntes von Form und Wirkung der Muskein. Z. Anat., EntwGesch., 106: 589-99, 1937.
20. FALCONE, C. Trattato di Anatomia Umana. 3. ed. Milano, Vallardi, 1950. v. 1, p. 321.
21. FAZZARI, I. Anatomia Umana Sistemica. Torino, Tipografia Sociale Torinese, 1967. p. 191.
22. FICK, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. In: BARDELEBEN, K. Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena, Fischer, 1910. v. 2, Abt. 1, t. 2.
23. GALVANI, L. De viribus electricitatis in motu musculari commentarius. 1792. Apud BASMAJIAN, J. V. op. cit. ref. 4.
24. GAMBA, A. Contributo allo studio della Expressione Fisionomica dei Muscoli Faccioli dell'Uomo. Torino, Tipografia Celanza, 1881.
25. GOSS, C. M., ed. Gray's Anatomy of the Human Body. 27. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1959. p. 413-5.
26. GRANT, J. C. B. The musculature. In: Morri's Human Anatomy. 10. ed. Philadelphia, Blakiston, 1943. p. 550.
27. GRANT, J. C. B. & BASMAJIAN, J. V. Grant's Method of Anatomy. 7. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1965. p. 550.
28. HICKEY, J. C.; WOELFEL, J. B.; RINEAR, L. The influence of overlapping electrical fiels on the interpretation of electromyograms. J. prosth. Dent., 7: 273-81, 1957.
29. HILL, A. V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proc. R. Soc. B., 126: 136-95, 1938.
30. HOEPKE, H. Das Muskelspiel des Menschen. 3. Aufl. Stuttgart, Piscator - Verlag, 1949.

31. HOOKE (1676) apud FEODOSSIEV, V. Resistance des Materiau.
Moscou, Editions de la Paix. p. 29-31.
32. HUBER, E. Zur morphologie der Supraorbital und Glabellamuskulatur
des menschen. Anat. Anz., 62: 25-36, 1926/7.
33. IMANN, V. T.; SAUNDERS, J. B. C. M.; ABBOT, L. C. Observations
on the function of the shouder joint. J. Bone Jt. Surg., 26:
1-30, 1944.
34. JACOBS, R. M. Effect of the mechanism of muscle tonus on
mandibular rest position. J. Can dent. Ass., 32: 594-8, 1966.
35. LAMBERTINI, G. Anatomia dell'Uomo. Napoli, Libr. Scient. Edit.,
1947. v. 2, pt. 2, p. 51.
36. LANG, J. & RICKER, K. Bau und funktion des Subgaleotischen
Verschiebegewebes. Z. Anat. EntwGesch., 132: 272-81, 1970.
37. LOCKHART, R. D. Myology. In: ROMANES, G. J. Cunningham's
Textbook of Anatomy. 10. ed. London, Oxford, 1964.
38. ———; HAMILTON, G. F.; FYFE, F. W. Anatomy of the Human Body.
London, Faber, 1959. p. 153-4.
39. LORD, F. P. Observation on the temporo-mandibular joint. Anat.
Rec., 7: 355-67, 1913.
40. LUNDERVOLD, A. An electromyographic investigation of tense and
relaxed subjects. J. nerv. ment. Dis., 115: 512-25, 1952.
41. MAC DONAILL, M. A. & BASMAJIAN, J. V. Muscles and Movements.
Baltimore, Williams & Wilkins, 1969.
42. MACHADO DE SOUSA, O. Aspectos da arquitetura e da ação dos mús-
culos estriados, baseada na eletromiografia. Folia clin. biol.,
28- 12-24, 1958/9.
43. ———. Comunicação pessoal, 1968.

44. MACHADO DE SOUSA; BÉRZIN, F.; BERARDI, A. C. Análise eletromiográfica do m. teres major. Hospital, 76: 241-7, 1969.
45. MAIR, R. Mechanologie, Wirkungsweise der Muskeln, Allergismus. Z. Anat. EntwGesch., 101: 768-90, 1933.
46. ———. Beitrage zur Muskelmechanik. Z. Anat. EntwGesch., 104: 440-55, 1935.
47. ———. Weiterer Beitrag zur Muskelmechanik. Z. Anat. EntwGesch., 106: 678-706, 1937.
48. MARTONE, A. L. & EDWARDS, L. F. Anatomy of the mouth and related structures. Part. II. Musculature of Expression. J. prost. Dent., 12: 4-27, 1962.
49. McMURRICH, J. P. The muscular system. In: PIERSON, G. A. Human Anatomy. 7. ed. London, Lippincott, 1919. v. 1, cap. 3, p. 482-3.
50. M'QUILLEN, J. H. Anatomy and physiology of expression. Dent. Cosmos, 5: 495-503, 1863/4.
51. NIGHTINGALE, A. Electrical noise from polarization cells and from human tissues. Nature, 181: 193-5, 1968.
52. D'RAHILLY, R. Head and Neck. In: GARDNER, E.; GRAY, D. J.; D'RAHILLY, R. Anatomy. Philadelphia, Saunders, 1960. Cap. 8, p. 814-5.
53. ORTS LLORCA, F. Anatomia Humana. 2. ed. Editorial Científico-Médica, 1959. t. 1, p. 833-4.
54. PATURET, G. Traité d'Anatomie Humaine. Paris, Masson, 1951. v. 1, p. 683.
55. PISKUNOV, G. Diferencial and Integral Calculus. Moscou, Peace Publishers. p. 469-70.

56. POIRIER, R. & ROUVIÈRE, H. Muscles Peauciers de la tête et du cou. In: POIRIER, P. & CHARPY, A. Traité d'Anatomie Humaine. Paris, Masson, 1912. v. 2, cap. 5, fasc. 1, p. 158-61.
57. RAMFJORD, S. P. Bruxism a clinical and electromyographic study. J. Am. dent. Res., 62: 35-58, 1961.
58. RAUBER, A. & KOPF, F. Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 19. ed. Stuttgart, Verlag Thieme, 1955. v. 1, p. 400-1.
59. RODRIGUEZ, A. A. & DETER, Y. T. Fundamentos de Eletromiografia. In: LICHT, S. Electrodiagnóstico y Electromiografia. Barcelona, JIMS, 1970. Cap. 12, p. 327-8.
60. ROGOFF, J. B. & REINER, S. Aparatos para Electrodiagnósticos. In: LICHT, S. Electrodiagnóstico y Electromiografia. JIMS, 1970. Cap. 2, p. 63.
61. ROUD, A. Mecanisme des Articulations et des Muscles de l'Homme. Paris, Baillièrè, 1913.
62. ROUVIÈRE, H. Anatomie Humaine. 6. ed. Paris, Masson, 1948. v. 1, p. 133.
63. SUMITSUJI, N. Estudos eletromiográficos da Expressão Facial (texto em japonês). Psychiatria Neurol. jap., 69: 1101-19, 1967.
64. ———; MATSUMOTO, K., KANEKO, Z. A new method to study facial expression using eletromyography. Electromyography, 5: 269-72, 1965.
65. ———; MATSUMOTO, K.; TANAKA, M.; KASHIWAGI, I.; KANEKO, Z. Electromyographic investigation of the facial muscle. Electromyography, 7: 77-96, 1967.
66. TESTUT, L. & LATARJET, A. Tratado de Anatomia Humana. Barcelona, Salvat, 1954. v. 1, p. 817-20.

67. TOKIZANE, H. Estudos eletromiográficos em músculos faciais (texto em japonês). Ochanomizu med. j., 2: 1-14, 1954.
68. TUCKER, R. Myosystem triangulare trunci and its biomechanical characteristics related to the technique of locomotion. Acta anat., 25: 192-203, 1955.
69. VILHENA, H. de O músculo frontal ou levantador da sombrancelha. Archivo Anat. Anthropol., 26: 567-617, 1948/9 "a".
70. ————. O músculo occipital ou tensor da aponeurose epicrânica. Archivo Anat. Antrop., 26: 619-50, 1948/9 "b".
71. VITTI, M. Análise Eletromiográfica do M. Temporal no Homem. Piracicaba, Faculdade de Odontologia da Unicamp, 1968. p. 79.
(Tese - Doutorado).
72. WINTERSTEIN, J. Die Wirkung der Kieferöffner. Z. Anat. EntwGesch., 105: 142-59, 1936.
73. WOODBURN, R. T. Essentials of Human Anatomy. New York, Oxford, 1957. p. 171.