

Objective computerized evaluation of normal patterns of facial muscles contraction

Avaliação objetiva computadorizada dos parâmetros normais de contração dos músculos faciais

Jose Jarjura Jorge Jr.¹, Paulo Roberto Pialarissi², Godofredo Campos Borges³, Sara Agueda Fuenzalida Squella⁴, Maria de Fátima de Gouveia⁵, Jose Carlos Saragiotto Jr.⁶, Victor Ribeiro Gonçalves⁶

Keywords:

facial expression,
facial muscles,
facial nerve,
facial paralysis,
movement disorders.

Palavras-chave:

expressão facial,
músculos faciais,
nervo facial,
paralisia facial,
transtornos motores.

Abstract

Different methods used to evaluate the movements of the face have many degrees of subjectivity and reliability. The authors discuss the ease of using these methods in clinical practice or their accuracy in scientific research. **Aim:** To obtain the standard for normal facial muscles movements using an objective method - the Vicon system. **Materials and Methods:** Light reflective markers were placed at points of interest on the face of 12 normal subjects. The movements were captured by cameras that sent the images to a computer. The points' displacements were measured between rest and maximum muscle contraction; and we calculated the means and the standard deviations (SD) were calculated. **Results:** When smiling, the variation of the oral commissures was between 6.45 and 12.11 mm, mean of 9.28 mm and SD of 2.83; for lifting the eyebrow, it is between 6.0 and 13.08 mm, mean of 10.57 mm and SD of 2.51; for eyelids movement there was a variation of 6.89 and 11.29 mm, with a mean value of 9.09 mm and SD of 2.20; for the movement of wrinkling the forehead, the results showed a variation of 4.16 and 10.85 mm, with a mean value of 7.56 and SD of 3.29. **Conclusion:** The authors obtained normal patterns for facial muscle contraction.

Resumo

Diferentes métodos criados para a avaliação dos movimentos da musculatura facial variam quanto à subjetividade e confiabilidade. Discute-se a praticidade na utilização na clínica diária ou a precisão para uso em pesquisa científica. **Objetivo:** Obter um padrão de contração dos músculos faciais em indivíduos normais por meio de um método objetivo, o sistema Vicon. **Material e Método:** Em 12 indivíduos, marcadores refletivos foram colocados em pontos de interesse na face. Os movimentos foram capturados por câmeras que enviaram as imagens para um computador. Foram medidos os deslocamentos dos pontos e calculadas as médias e os desvio padrão (DP). **Resultados:** Ficou demonstrado que, ao sorrir, a variação deverá ser de 6,45 a 12,11 mm, média de 9,28 mm e DP de 2,83; ao enrugando a testa, a variação deverá ser de 6,00 a 13,08 mm, média de 10,57 mm e DP de 2,51; ao movimentar a pálpebra, a variação deverá ser de 6,89 a 11,29 mm, média de 9,09 mm e DP de 2,20; ao franzir a testa, a variação deverá ser de 4,26 a 10,85 mm, média de 7,56 mm e DP 3,29. **Conclusão:** Foram obtidos os padrões normais de contração dos músculos faciais.

¹ Professor Doutor Titular Faculdade de Medicina e Ciências da Saúde - PUC-SP (Coordenador da Disciplina de ORL da PUC-SP).

² Professor Doutor Titular (Coordenador do Curso de Engenharia Biomédica da PUC-SP).

³ Professor Doutor Associado (Professor Associado da Disciplina de ORL e Chefe do Departamento de Cirurgia da PUC-SP).

⁴ Doutora (Bolsista da DMI do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer).

⁵ Doutora (Servidora do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer).

⁶ Estudante (Curso de Engenharia Biomédica da PUC-SP).

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Faculdades de Medicina e Ciências da Saúde e Faculdade de Engenharia Biomédica.

Endereço para correspondência: Rua Leandro Dupret 204, cj 124, Vila Clementino. São Paulo - SP. CEP: 04025-010.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 28 de setembro de 2011. Cod. 8802.

Artigo aceito em 25 de dezembro de 2011.

INTRODUÇÃO

A face revela o íntimo de nossa expressão, é parte essencial da comunicação humana e seus traços marcam a nossa individualidade¹. Isto se faz por meio do fino controle de contração da musculatura da face, seja voluntária ou involuntária, realizado pelo nervo Facial ou VII par craniano.

Esta afecção pode alterar a psique do indivíduo, já que qualquer alteração na mímica e na aparência da face pode levar a mudanças em seu comportamento social, em prejuízo do trabalho e do convívio na sociedade².

A paresia ou a paralisia da face são sintomas de desordem do nervo facial que podem ser causados por traumas, infecções ou tumores. O VII par craniano que, segundo Santos-Lasaosa³, é o nervo mais comumente paralisado do corpo humano, além de ser o responsável pelas expressões da face, também tem como função a lacrimação, a salivação e o paladar e em função da flacidez da musculatura facial, em geral unilateral, que se instala no paciente, não só as expressões ficam comprometidas, como também há dificuldade para falar e de se alimentar. A principal seqüela pode ocorrer no órgão da visão que, por falta do fechamento adequado da pálpebra, pode levar a úlceras de córnea e consequentes danos.

Há diferenças significativas nas expressões faciais de indivíduo para indivíduo, de um lado para outro da face, de sexo e de idade⁴, o que torna difícil a padronização de mensuração dos movimentos.

Por este motivo, ao longo da história do tratamento da PFP, procurou-se estabelecer uma graduação da paralisia para se reportar e quantificá-la. Desde 1955, vários métodos e escalas têm sido criados para se avaliar com maior ou menor precisão os movimentos faciais e quantificar as afecções que alteram estes movimentos.

Podemos dividi-los em subjetivos, objetivos, métodos simples, nos quais se usam régua simples e fotografias, e métodos complexos, nos quais são utilizados equipamentos sofisticados com câmeras digitais, computadores, softwares, scanner e laser.

O primeiro sistema de graduação foi introduzido por Botman & Jongkees, em 1955. Tratava-se de uma escala simples com cinco categorias, de 0 (normal) a IV (paralisia completa). No entanto, até 1983, não se tinha um parâmetro para analisar a melhora ou não de uma paralisia facial após tratamento clínico ou cirúrgico⁵. House, em 1983, introduziu sua escala de seis categorias e Brackmann & Barrs, em 1984, também publicaram um sistema de graduação para analisar a diferença entre o lado acometido e o normal. Em 1985, o Comitê de Distúrbios do Nervo Facial da Academia Americana de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço

adotou como padrão universal graduação baseada nos estudos de House e Brackmann e que é utilizada em todo o mundo e por todos os pesquisadores⁶. Várias outras escalas têm sido sugeridas, como, por exemplo, a de Yanagihara, usada no Japão, que acessa 10 áreas da face; porém, não leva em conta alterações secundárias, como sincinesia⁷.

Burres & Fish⁸ introduziram um método objetivo de medir distâncias entre pontos faciais específicos em repouso e cinco expressões padrões comparando o lado afetado da face ao lado normal (Índice de Medida Linear de Burres e Fish), utilizando fotografias e vídeo. Murty et al., em 1994, simplificaram o sistema, chamando de Sistema de Nottingham e preservando as medições de três expressões faciais, expressando em porcentagem e especificando se efeitos secundários estão presentes ou ausentes e se o paciente apresenta lacrimejamento, olhos secos e alterações do paladar.

Fields & Peckitt⁹ descreveram um método prático e simples: é realizada uma medida, com a boca fechada e em repouso, da distância do canto do lábio ao canto externo do olho ipsilateral. Depois, é solicitado ao paciente que sorria amplamente e novamente é feita a medida. Estes números são colocados numa fórmula e o resultado é denominado Índice Funcional do Nervo Facial, expresso em porcentagem.

Ross et al.¹⁰ desenvolveram um sistema de graduação, denominado de Toronto Facial Grading System, que pontua os movimentos musculares faciais de 100 (normal) a 0 (totalmente paralisado). Consideram a avaliação do lado comprometido em repouso comparado a lado normal, a diferença de movimento máximo do lado comprometido com o normal e grau de sincinesia.

Coulson et al.¹¹, analisando os diversos métodos objetivos existentes, consideram que os que avaliam movimentos bidimensionais não são apropriados, pois os movimentos dos músculos faciais se fazem nos eixos anteroposteriores, horizontais e verticais. Assim, a análise tridimensional seria mais precisa. Utilizaram 19 marcas esféricas em pontos estratégicos da face e quatro videocâmeras com refletores. Captaram as imagens e processaram-nas utilizando o "Expert Vision Motion Analysis System" e mais o software de análise estatística Miniplan.

Isono et al.¹² usaram sistema semelhante de marcas refletivas no rosto nos pontos mais altos e nos pontos medianos da sobrancelha, bilateralmente, na raiz e na ponta do nariz, introduzindo, entretanto, uma câmera com flash de luz infravermelha (Qualisys) e um videoprocessador com software Excel (Microsoft) e Wingx (Informix) para analisar estatisticamente os movimentos.

O método de Topografia de Moiré é uma medida óptica que permite visualização do contorno da face em

três dimensões, criando estrias como um mapa de contornos e com alto grau de precisão. É obtida utilizando-se uma câmera de irradiação moiré (Fuji 3013), acoplada a uma câmera de TV e um vídeo monitor. Yuen et al.¹³, em 1997, estudaram três regiões onde são contados o número de estrias criadas pelo método. O número de estrias do lado paralisado é então dividido pelo número de estrias do lado normal e dividido por cem, criando os: Índice Moiré do Sulco Nasolabial, Índice Moiré do Ângulo Oral e Índice Moiré do Canto Interno do Olho. Compararam com a escala de HB e encontraram uma alta correlação, principalmente nos índices do sulco nasolabial e do ângulo oral.

Bajaj-Luthra et al.¹⁴ quantificaram a sincinesia facial por meio do Maximal Static Response Assay (Teste de Resposta Estática Máxima), técnica descrita por Johnson et al.¹⁵, que permite a avaliação quantitativa dos movimentos faciais com a utilização de um método da colocação de adesivos de 1 mm em pontos pré-definidos na face: a glabella, o sulco do lábio superior, o mento, supraorbital, infraorbital e ambos os cantos da boca. Para permitir a calibração das distâncias, uma régua de 2 cm é aplicada na ponta do nariz. Para cada movimento, pede-se que o paciente faça o movimento de contração máxima e mantenha a posição de máximo deslocamento. Em seguida, é feita uma filmagem dos movimentos: levantamento das sobrancelhas, fechamento das pálpebras, sorriso forçado e outros. Então, as imagens são capturadas pelo painel Targa+ e um software Jandel Scientific Sigma Image. Todas são calibradas numa origem comum por meio de um sistema de coordenadas cartesianas.

Frey et al.¹⁶ consideram que métodos especiais e sofisticados são necessários para medir os movimentos faciais no caso de deficiências motoras e de sua recuperação. Utilizaram o sistema de dois espelhos em ângulo de 90 graus e uma câmera para captar lados diferentes da face ao mesmo tempo numa tela de vídeo. Captados os movimentos, foram levados a um programa computadorizado que mede as distâncias e os movimentos tridimensionalmente da imagem frontal e das imagens laterais esquerda e direita. A princípio, utilizaram o sistema VICON para análise tridimensional de movimentos, que consideram muito útil para fins científicos, mas complicado para a prática clínica do dia-a-dia. Desenvolveram, então, o que chamam de FACIOMETER, um medidor digital que mede as distâncias entre pontos no movimento facial. São determinados e marcados com tinta não lavável, os pontos estáticos: ponta nasal e o tragus e também os pontos dinâmicos a serem estudados: sobrancelha, pálpebras inferiores e superiores, asas do nariz, sulco labial superior, canto da boca, e pontos médio laterais dos lábios superior e

inferior. O sujeito, então, é filmado e solicitado a fazer os movimentos máximos de levantar as sobrancelhas, fechar os olhos, mostrar os dentes, sorrir e assobiar.

Cohn et al.¹⁷, em 1999, criaram um sistema de análise de imagem facial para detectar, extrair e reconhecer expressões de emoção que tem sido utilizado para demonstrar mudanças súbitas no movimento facial após intervenções. Este sistema requer marcação de 40 pontos, utilizando-se imagens em vídeo e computador.

O'Grady et al.¹⁸, no mesmo ano, sofisticaram ainda mais as técnicas, utilizando a terceira dimensão (3D) e o raio Laser para medida do movimento facial. Com o Laser, a face do sujeito é escaneada e duas câmeras digitais captam os sinais que, por triangulação, fornecem a medida de profundidade. A imagem é processada por um software (Cyberware Echo). Os autores usaram modelos anatômicos, de plástico, da cabeça humana de tamanho e coloração natural. Um perfeitamente simétrico e outro com assimetria facial.

Kayhan et al.¹⁹ utilizaram o Toronto Facial Grading System, descrito por Ross em 1996, para avaliar pacientes com comprometimento neuromuscular da face e medir a sensibilidade do método entre cinco observadores diferentes que analisaram os vídeos dos pacientes e deram a nota para cada movimento. Concluíram que o método é bom e que houve, estatisticamente, acordo entre os observadores.

Linstrom et al.²⁰, em 2000, usaram um novo sistema interativo de vídeo computação comercialmente disponível, o "The Peak Motus Motion Measurement System", que mede objetivamente as assimetrias de pontos selecionados na face durante o fechamento de olhos e do sorriso. Afixaram pontos com fita refletiva 3M no dorso nasal, pálpebra superior esquerda e direita, comissura labial esquerda e direita. As imagens foram capturadas por uma câmera (Sony CCD-TR56) em branco e preto e gravadas em videotape e, posteriormente, enviadas a um computador para ser processadas por softwares de edição de imagem o Super Mac Screen Play, Adobe Premier e o NIH image, NIPG Dip Statin. O ponto de referência para o cálculo de deslocamento dos demais pontos foi a glabella. Em sujeitos normais, a média de variação do sorriso no eixo maior foi de 0,578 cm com DP de 0,209 à direita e de 0,553 cm com DP de 0,183 à esquerda e, para o fechamento das pálpebras, foi de 0,811 cm com DP de 0,239 à direita e 0,794 cm com DP de 0,210 à esquerda. Em 2002²¹, utilizaram o mesmo sistema e analisaram dois movimentos: fechamento das pálpebras e sorriso em normais e pacientes com paralisia facial após tratamento cirúrgico de neuroma do nervo acústico. O ponto de referência para o cálculo de deslocamento dos demais pontos foi a glabella. Em sujeitos normais, a média de variação do sorriso no

eixo maior foi de 0,578 cm com DP de 0,209 à direita e de 0,553 cm com DP de 0,183 à esquerda e, para o fechamento das pálpebras, foi de 0,811 cm com DP de 0,239 à direita e 0,794 cm com DP de 0,210 à esquerda. A análise estatística demonstrou que não há diferença significativa entre os lados direito e esquerdo.

Em 2001, Wachtman et al. descrevem²² um novo método, o AFA, Análise Automatizada da Face, e compararam com o método Teste de Resposta Estática Máxima (MSRA). No AFA não é necessária a colocação de marcadores na face e são utilizados programas computacionais para extrair e quantificar o movimento facial de extração de fluxo denso, rastreamento facial e detecção de componente de alto gradiente.

Hontanilla & Auba²³ apresentam um método tridimensional de captura de movimentos faciais: o Facial Clima, que é um sistema de movimentos ópticos automáticos que envolvem a colocação de pontos refletivos na face, filmados com três câmeras infravermelhas. As imagens são processadas por um software que processa distâncias e, o que os autores consideram diferença de outros métodos além da vantagem sobre eles, a medida das velocidades das áreas estudadas.

Mitre et al.²⁴, em 2008, utilizaram um método fotográfico com pontos definidos na face e compararam com a escala de HB. Fotografaram sujeitos normais e com PFP nas seguintes condições: em repouso, sobranceiras elevadas, olhos fechados, sorriso e assobiando. As fotografias eram escaneadas e analisadas com o programa Corel Draw Work Tools (versão 9). Obtiveram resultados que foram expressos em porcentagem, o valor mais baixo dividido pelo mais alto e multiplicado por cem. Assim, chamaram de Índice de Assimetria Facial (FAI). Comparando com a classificação de HB chegaram a seguinte conclusão: HB = I - FAI = 97,1 a 100%; HB = II - FAI = 93,1 a 97,0%; HB = III - FAI = 91,1 a 93,0%; HB = IV - FAI = 88,1 a 91,0%; HB = V - FAI = 84,1 a 88,0%; HB = VI - FAI = 84,0% ou menos.

Também em 2008, Manktelow et al.²⁵ desenvolveram uma forma fácil e barata de medir os movimentos faciais utilizando duas régua transparentes comuns colocadas em sentido horizontal e vertical e um pincel atômico, medindo apenas o movimento da rima bucal, em repouso e sorrindo. Em média, obtiveram para os valores normais de movimento da comissura labial de 7 a 22 mm, com média de 14 mm, e para o movimento do ponto médio do lábio superior de 5 a 19 mm, com média de 11 mm. Os autores submetem os pacientes a dois examinadores, que fizeram três medidas para cada movimento, utilizando os dados dos maiores movimen-

tos medidos. Os cálculos estatísticos entre os resultados dos dois examinadores demonstraram confiabilidade e precisão do método.

Quintal et al.²⁶ utilizaram um paquímetro digital para determinar o padrão de normalidade para as diferenças medidas entre as hemifaces de indivíduos normais e de pacientes com paralisia facial periférica. Encontraram para o grupo de indivíduos normais diferenças entre as medidas da comissura labial e tragus, 3,26 mm; do canto interno do olho e a comissura labial, 0,83mm; entre o canto externo do olho e a comissura labial, 2,45 mm no sorriso e 4.88 mm na contração nasal.

Os vários métodos descritos variam em diversos graus de subjetividade e, assim, sua confiabilidade é discutida. Também se discute a praticidade do método para que possa ser utilizado na clínica diária ou a precisão para ser utilizados em trabalhos científicos.

Há muita pesquisa na área a fim de aprimorar os sistemas. Um sistema ideal seria de fácil manuseio, de baixo custo, requerendo equipamento mínimo e pouco tempo para sua realização, capaz de medir as funções estáticas e dinâmicas da musculatura facial⁷.

Este estudo tem como objetivo avaliar um método objetivo para medir a contração dos músculos da face, a fim de se obter um padrão de normalidade para posteriormente podermos utilizá-lo na comparação dos quadros de paralisia facial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Vicon é um sistema de captura de imagem constituído de câmeras compostas de LEDs. Elas são capazes de capturar cada posicionamento dos refletores do espaço.

Os pontos refletores são posicionados nos sujeitos, na região que se quer estudar determinado movimento, como, por exemplo, a marcha, de forma a compor os membros superiores, inferiores, o tronco e cabeça.

O sistema é composto por:

- Câmeras T160, com capacidade de 16 megapixels, imagens infravermelhas até 100 frames por segundo. A estrutura da câmera emite luz infravermelha que, quando refletida, é capturada pela própria câmera.
- A unidade Giganet conecta todas as câmeras ao computador de controle.
- Marcadores retrorrefletores circulares podem ser colocados nos indivíduos para rastrear seus movimentos em três dimensões.
- O software utilizado é o Vicon Nexus, que fornece uma visão em tempo real de movimentos em

três dimensões dos marcadores e também possui uma capacidade de armazenar grande quantidade de dados.

- A vara de calibração em forma de T, com quatro marcadores retrorefletivos a uma determinada distância, é usado para calibrar as posições da câmera com o software. Também existem dois indicadores para colocar a vara horizontalmente no chão e observar a localização o espaço.
- O computador de controle traduz a informação fornecida pela Unidade Giganet por meio do software Nexus para uma imagem em três dimensões. Possibilita cálculo de velocidades linear e angular das articulações, centros comuns, e os centros de segmento de massa. Normalmente utilizado para a análise da marcha dinâmica, atividades e estabilidade postural²⁷ (Figura 1).

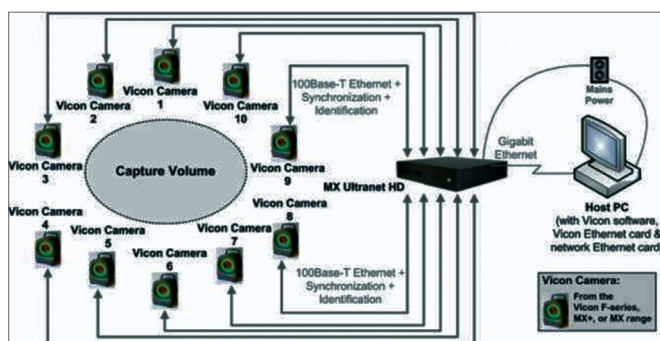


Figura 1. Vista esquemática de como o sistema de captura Vicon opera.

Os testes foram realizados no CTI.

Foi usada uma sala de captura de movimento (Figura 2). As câmeras foram colocadas ao redor do espaço de captura de modo que quase não houvesse marcadores escondidos devido à falta de cobertura de pelo menos duas câmeras.



Figura 2. Sala de captura de movimento.

Para o presente estudo foram utilizadas apenas três câmeras, suficientes para a captação dos pontos desejados na pesquisa.

Os novos marcadores

O sistema Vicon fornece normalmente dois tamanhos de marcadores, em formato de semiesfera de 14,5 e 9,5 mm, que não servem para a reflexão luminosa para áreas pequenas como o rosto e a pálpebra. Assim, novos marcadores idealizados com semiesferas com diâmetro de 4 mm revestidos com fita refletora, foram criados no laboratório do CTI, com ajuda de um microscópio.

Procedimentos

Marcadores

Não existe um modelo facial incluído no software, tornando-se a criação de um novo necessária. Cabe à pessoa que realiza os testes definir os pontos que melhor satisfaça a sua pesquisa.

Definimos 11 marcadores em pontos estratégicos na face (centro da testa junto à raiz do cabelo, posição central acima de ambas as sobrancelhas, regiões malares na linha dos cantos externos dos olhos, centro de ambas as pálpebras superiores, cantos das comissuras labiais e mento) e verificamos na imagem produzida no monitor, pelo software, que estes pontos eram suficientes e satisfatórios para o objetivo da pesquisa (Figura 3).



Figura 3. Examinando com os marcadores estabelecidos em pontos estratégicos na face.

Cada marcador utilizado é representado por um nome específico que o próprio software estabelece (Figura 4).

Os marcadores foram aderidos à pele dos indivíduos após o uso de uma substância desengordurante. Os indivíduos testados foram colocados em um ponto estratégico na sala, onde as câmeras capturaram os movimentos dos marcadores. Um modelo estático dos

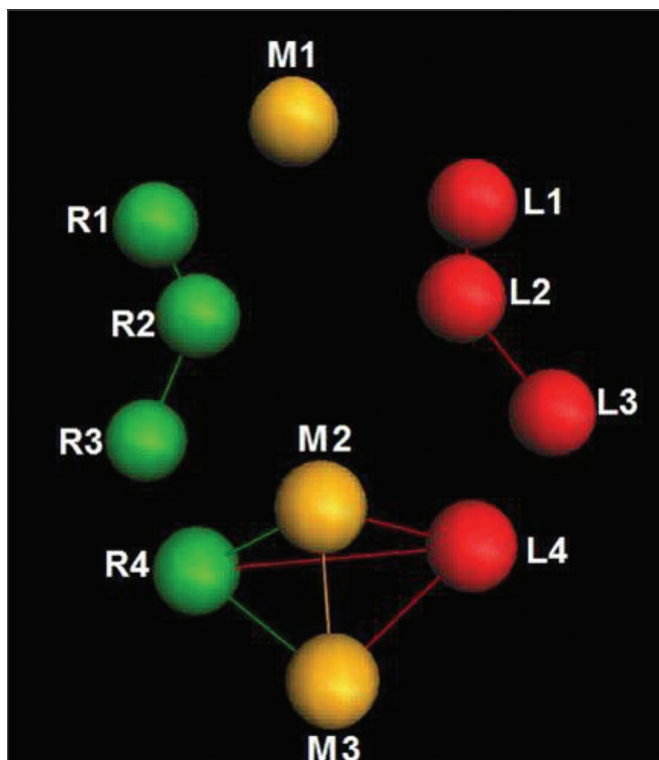


Figura 4. Marcadores estabelecidos com os seus respectivos nomes

indivíduos foi captado para ser reconhecido durante as outras etapas do processo de captura.

Calibração das câmeras

Antes de qualquer captura a ser feita, as câmeras devem ser sincronizadas em um processo de calibração. Ao agitar uma vara através do espaço em que os movimentos devem ser capturados, o software calcula a posição relativa das câmeras. A vara foi colocada nos indicadores e o software estabeleceu o nível do chão. Nesse processo, o espaço virtual se iguala ao espaço real. Após a calibração, apenas duas câmeras são necessárias para identificar a localização de um marcador até 0,1 mm de precisão. Contudo, como já referimos, foram utilizadas três câmeras para este estudo.

Foram realizados os testes em 12 indivíduos normais, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 21 anos, após assinar termo de consentimento, programados na pesquisa. Cada indivíduo foi solicitado a fazer os seguintes movimentos faciais: sorrir, enrugar a testa, piscar o olho e franzir a testa.

As imagens captadas foram enviadas para um computador, processadas e analisadas com o uso do software Vicon Nexus.

Os testes foram realizados e, para o nosso estudo, analisamos a variação do ponto estrategicamente colocado na face quando a musculatura facial foi contraída

pelo indivíduo, para, a partir disso, chegarmos a um padrão de normalidade de contração facial.

O software Vicon Nexus determina deslocamento do ponto quando a musculatura facial é contraída. O software capta o deslocamento do ponto nos eixos x, y e z sempre em relação a uma origem (0 0,0) (Figura 5).

Observamos que o eixo que demonstra a maior variação e que nos interessa é o z, pois é nesse eixo que a musculatura facial apresentou um padrão na variação quando contraída (Figura 6).

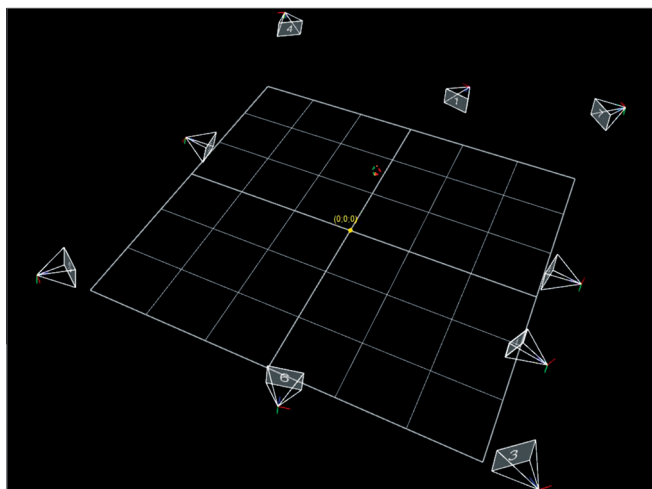


Figura 5. Demonstração da origem (0 0,0).

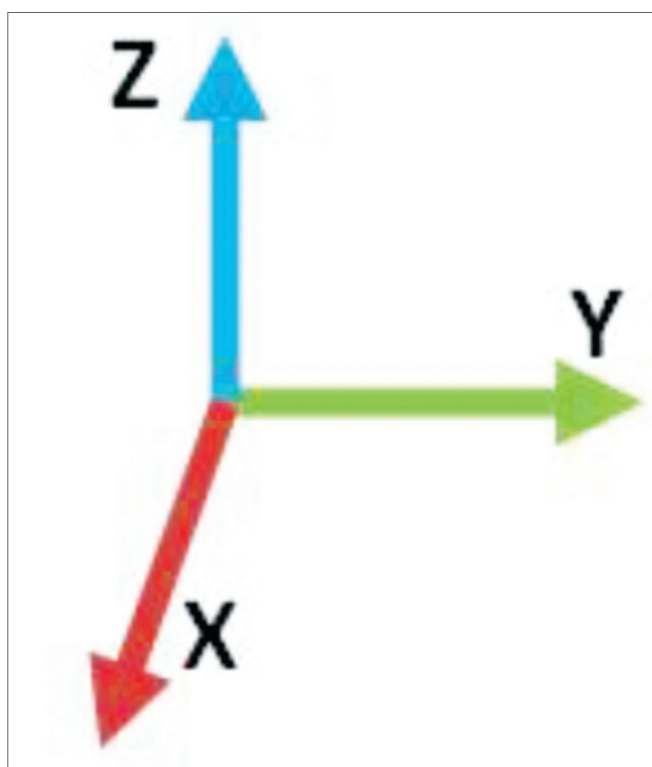


Figura 6. Eixos X, Y e Z.

Cada movimento teve apenas dois marcadores selecionados para serem estudados, pois esses dois marcadores já eram suficientes para obter um padrão de medida. Os outros marcadores não foram considerados neste estudo.

Os dados obtidos de cada indivíduo foram tabulados e cada caso foi trabalhado e estudado, gerando uma média para cada movimento facial estabelecido.

RESULTADOS

A seguir, os resultados obtidos. Em cada movimento do eixo escolhido, escolhemos o ponto em repouso e o ponto de contração máxima no movimento. Os números obtidos e registrados nos quadros estão marcados em relação ao ponto de referência.

Sorrir

Para analisar os movimentos ao sorrir, para cada caso utilizamos os marcadores R4 e L4, sendo eles simétricos. Os resultados estão tabulados no Quadro 1. A partir da análise dos dados, concluiu-se que, em um indivíduo normal, a variação ao sorrir deverá ser de 6,45 mm a 12,11 mm no eixo Z.

Obtivemos média da variação de 9,28 mm, com desvio padrão da variação de 2,83 mm (Figura 7).

Enrugar a testa

Para analisar os movimentos ao enrugar a testa, para cada caso utilizamos os marcadores R1 e L1, sendo eles simétricos. Os resultados estão tabulados no Quadro 2. A partir da análise dos dados, concluiu-se que, em um indivíduo normal, a variação ao enrugar a testa deverá ser de 8,06 mm a 13,08 mm no eixo Z.

Obtivemos média da variação de 10,57 mm, com desvio padrão da variação de 2,51 mm (Figura 8).

Fechar dos olhos

Para analisar os movimentos ao fechar os olhos, para cada caso utilizamos os marcadores R2 e L2, sendo eles simétricos. Os resultados estão tabulados no Quadro 3. A partir da análise dos dados, concluiu-se que, em um indivíduo normal, a variação ao fechar os olhos deverá ser de 6,89 mm a 11,29 mm no eixo Z.

Obtivemos média da variação de 9,09 mm, com desvio padrão da variação de 2,20 mm (Figura 9).

Franzir a testa

Para analisar os movimentos franzir a testa, para cada caso utilizou novamente os marcadores R1 e L1, sendo eles simétricos. Os resultados estão tabulados no Quadro 4. A partir da análise dos dados, concluiu-

Quadro 1. Valores obtidos em milímetros (mm), segundo o ponto de referência, no movimento de sorrir, em repouso e contraído no eixo Z.

Eixo Z	Marcadores R4/L4		
	Repouso	Contração	Variação
Caso 1	1141,99	1152,04	10,05 mm
	1143,23	1153,04	9,81 mm
Caso 2	1109,79	1124,08	14,29 mm
	1109,04	1124,54	15,5 mm
Caso 3	1104,18	1111,58	7,4 mm
	1106,96	1113,21	6,25 mm
Caso 4	1164,64	1173,61	8,97 mm
	1165,41	1174,14	8,73 mm
Caso 5	1115,92	1120,22	4,3 mm
	1116,62	1120,97	4,35 mm
Caso 6	1060,19	1068,98	8,79 mm
	1068,86	1076,08	7,22 mm
Caso 7	1120,57	1128,66	8,09 mm
	1122,66	1128,73	6,07 mm
Caso 8	1080,19	1091,86	11,67 mm
	1090,80	1098,17	7,37 mm
Caso 9	1132,13	1143,88	11,75 mm
	1135,21	1148,57	13,36 mm
Caso 10	1167,15	1178,49	11,34 mm
	1173,06	1183,25	10,19 mm
Caso 11	1075,15	1084,38	9,23 mm
	1076,85	1084,47	7,62 mm
Caso 12	1142,80	1153,05	10,25 mm
	1142,80	1153,05	10,25 mm

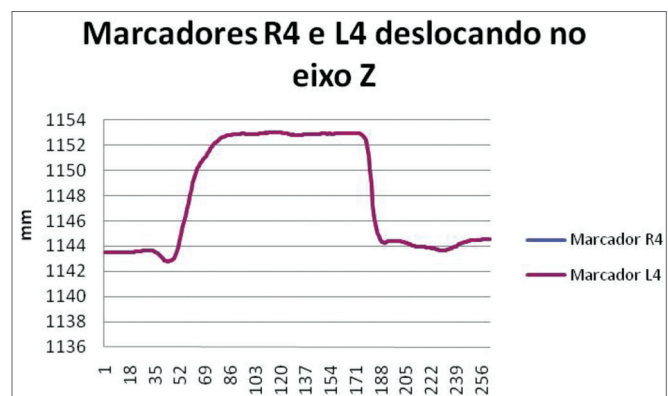


Figura 7. Marcadores R4 e L4 deslocando no eixo Z, sorrindo

-se que, em um indivíduo normal, a variação ao franzir a testa deverá ser de 4,26 mm a 10,85 mm no eixo Z.

Obtivemos média da variação de 7,56 mm, com desvio padrão da variação de 3,29 mm (Figura 10).

Quadro 2. Valores obtidos em milímetros (mm), segundo o ponto de referência, no movimento de enrugar a testa, em repouso e contraído no eixo Z.

Eixo Z	Marcadores R1/L1		
	Repouso	Contração	Variação
Caso 1	1270,31	1281,03	10,72 mm
	1272,96	1284,91	11,95 mm
Caso 2	1245,22	1260,59	15,37 mm
	1245,73	1259,81	14,08 mm
Caso 3	1219,49	1232,02	12,53 mm
	1217,51	1228,75	11,24 mm
Caso 4	1232,68	1242,99	10,31 mm
	1228,17	1238,48	10,31 mm
Caso 5	1177,07	1187,66	10,59 mm
	1182,61	1194,11	11,50 mm
Caso 6	1218,74	1225,72	6,98 mm
	1222,02	1230,39	8,37 mm
Caso 7	1235,88	1249,73	13,85 mm
	1245,53	1257,17	11,64 mm
Caso 8	1162,72	1175,98	13,26 mm
	1166,43	1174,83	8,40 mm
Caso 9	1210,02	1221,03	11,01 mm
	1213,40	1223,59	10,19 mm
Caso 10	1195,75	1201,38	5,63 mm
	1194,74	1200,12	5,38 mm
Caso 11	1258,20	1265,88	7,68 mm
	1260,30	1271,55	11,25 mm
Caso 12	1149,73	1161,13	11,40 mm
	1153,06	1163,32	10,26 mm

Quadro 3. Valores obtidos em milímetros (mm), segundo o ponto de referência, no movimento de fechar os olhos no eixo Z. P = pálpebra.

Eixo Z	Marcadores R2/L2		
	P. Aberta	P. Fechada	Variação
Caso 1	1118,21	1124,84	6,63 mm
	1119,80	1127,36	7,56 mm
Caso 2	1211,41	1219,63	8,22 mm
	1213,44	1222,01	8,57 mm
Caso 3	1139,08	1146,73	7,65 mm
	1134,17	1142,54	8,37 mm
Caso 4	1146,52	1154,44	7,92 mm
	1147,94	1158,98	11,04 mm
Caso 5	1176,50	1186,53	10,03 mm
	1175,31	1185,49	10,18 mm
Caso 6	1197,72	1212,14	14,42 mm
	1192,79	1208,56	15,77 mm
Caso 7	1185,50	1195,33	9,83 mm
	1188,66	1196,56	7,90 mm
Caso 8	1198,57	1205,81	7,24 mm
	1198,17	1206,74	8,57 mm
Caso 9	1234,12	1243,09	8,97 mm
	1236,92	1245,89	8,97 mm
Caso 10	1162,03	1170,07	8,04 mm
	1158,22	1167,52	9,30 mm
Caso 11	1217,82	1223,89	6,07 mm
	1217,29	1225,25	7,96 mm
Caso 12	1172,19	1180,88	8,69 mm
	1175,23	1185,69	10,46 mm

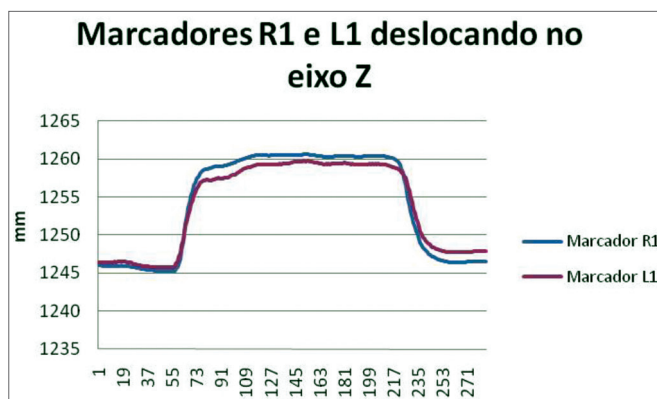


Figura 8. Marcadores R1 e L1 deslocando no eixo Z, enrugando a testa.

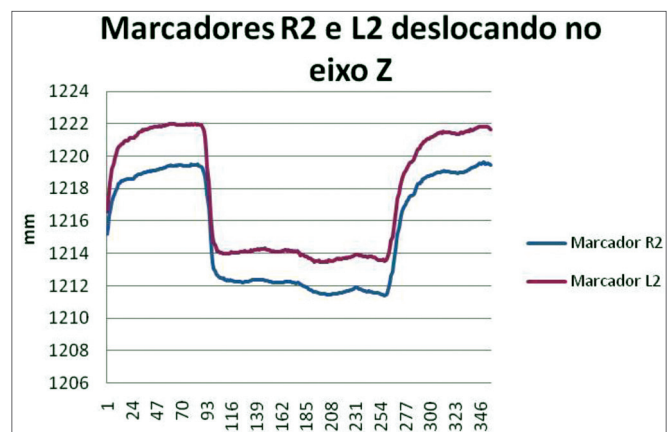


Figura 9. Marcadores R2 e L2 deslocando no eixo Z, fechando os olhos.

DISCUSSÃO

Desde meados do século XX, com a evolução da tecnologia, médicos especialistas passaram a se interessar pelas afecções do nervo facial. Houve, nessa

época, evolução, tanto em relação ao diagnóstico das várias causas que podem acometer o nervo como em relação ao tratamento clínico e cirúrgico. Surgiu, então, a necessidade de se graduar a paralisia, não só para se

Quadro 4. Valores obtidos em milímetros (mm), segundo o ponto de referência, no movimento de franzir a testa, em repouso e contraído no eixo Z.

Marcadores R1/L1			
Eixo Z	Mín.	Max	Variação
Caso 1	1233,53	1245,02	11,49 mm
	1235,30	1246,09	10,79 mm
Caso 2	1202,75	1210,45	7,70 mm
	1206,36	1214,51	8,15 mm
Caso 3	1185,77	1186,27	0,50 mm
	1184,63	1185,65	1,02 mm
Caso 4	1140,21	1147,67	7,46 mm
	1141,57	1149,84	8,27 mm
Caso 5	1157,75	1165,38	7,63 mm
	1153,99	1163,44	9,45 mm
Caso 6	1243,43	1252,03	8,60 mm
	1240,65	1250,29	9,64 mm
Caso 7	1259,76	1267,92	8,16 mm
	1263,50	1272,86	9,36 mm
Caso 8	1206,26	1219,35	13,09 mm
	1211,01	1222,55	11,54 mm
Caso 9	1245,56	1247,48	1,92 mm
	1256,22	1259,15	2,93 mm
Caso 10	1218,72	1225,32	6,60 mm
	1215,71	1221,14	5,43 mm
Caso 11	1167,98	1173,58	5,60 mm
	1170,21	1177,50	7,29 mm
Caso 12	1208,47	1218,93	10,46 mm
	1206,57	1215,12	8,55 mm

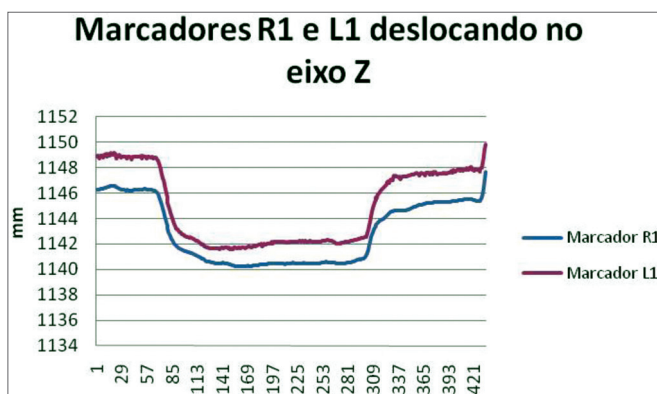


Figura 10. Marcadores R1 e L1 deslocando no eixo Z, franzindo a testa.

escolher o método adequado de tratamento, mas também para avaliar o resultado obtido, além do registro médico legal dos dados desde o primeiro atendimento do paciente até o resultado final do tratamento.

Discute-se muito a praticidade, a confiabilidade e o grau de precisão dos métodos para que se possa obter uma uniformidade entre os que analisam um determinado caso ou um grupo deles, sendo que se tenta anular a subjetividade de quem analisa. Em relação a observações científicas, no entanto, há que se ter um método preciso para quantificação desta afecção.

O sistema ideal seria o que proporcionaria fácil manuseio, baixo custo, requerendo equipamento mínimo e pouco tempo para sua realização, capaz de medir as funções estáticas e dinâmicas da musculatura facial e que qualquer observador pudesse, com precisão, reconhecer o estado real da paralisia facial.

Vários métodos e escalas foram idealizados para se avaliar com maior ou menor precisão os movimentos faciais e suas alterações.

Vamos encontrar na literatura métodos subjetivos, nos quais o observador, baseado numa escala, dá a graduação da paralisia, como o próprio House-Brakmann²⁸, o de Yanagihara⁷ ou, ainda, o sistema denominado Toronto Facial Grading System, desenvolvido por Ross¹⁰. Até hoje na clínica, e mesmo em estudos clínicos de pesquisa ou relatos, utiliza-se o método adotado pelo Comitê de Distúrbios do Nervo Facial da Academia Americana de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, em 1985, idealizado por House & Brackmann⁵.

Métodos objetivos, desde os mais simples, como Índice Funcional do Nervo Facial descrito por Fields e Peckitt⁹, que usam apenas a medida entre o canto da boca e o canto externo do olho, ou os que avaliam os movimentos faciais em repouso e em contração com uma simples régua^{14,24}, realizados diretamente no paciente, ou avaliando por meio de fotografias e filmes^{5,8}.

Com a evolução da tecnologia, foram introduzidos outros métodos mais sofisticados, de caráter objetivo, utilizando câmeras, computadores e softwares de variados tipos^{11-13,17,18,20-23}, no intuito de precisar o método e anular a subjetividade. Ocorre que estes métodos em geral são sofisticados e caros.

Neste estudo, utilizamos o Sistema VICON, que captura e analisa os movimentos do corpo humano com extrema precisão. Em 1999, Frey et al.¹⁶ utilizaram este sistema, que consideraram preciso e adequado para fins científicos; porém, pouco prático para ser utilizado na clínica diária. Concordamos com o autor, uma vez que o equipamento ainda é de alto custo, pois envolve câmeras especiais com refletores de LED, captura da imagem e um software também de alto custo, além de um ambiente próprio para a realização do exame, o que torna difícil, por exemplo, sua realização em consultório médico. É, contudo, um método que, devido a sua acurácia, pode ser muito útil para a realização de pesquisas na área.

Inicialmente, foram colocados adesivos com fita refletiva 3M, como já o fizeram vários autores^{20,22,23} nos pontos estratégicos pré determinados na face, a fim de refletir a luz de LED emitida pelas câmeras e por elas serem capturados. Foi necessária a criação de um modelo facial no software para a análise da variação destes pontos quando de sua movimentação.

O sistema permite a avaliação da movimentação nas três dimensões. No entanto, verificamos que os movimentos são lineares, produzidos basicamente, ou principalmente, em um único plano, pouco alterando os outros planos. Por isto, analisamos, neste trabalho, apenas um dos planos, no qual ocorria a maior movimentação de determinado movimento, referenciado neste estudo como o eixo ou plano Z.

Os movimentos de contração muscular escolhidos para análise foram os de sorrir, enrugar a testa (subir as sobrancelhas), franzir a testa e fechar os olhos. Utilizamos para o cálculo dos movimentos em repouso e, após contração, os dados sem diferenciar os lados direito e esquerdo, uma vez que com o observado nas tabelas gerais (anexo), e também de acordo com o que alguns autores já registraram, estes números mostram uma diferença estatisticamente não relevante.

Na literatura revisada, encontramos os métodos detalhadamente descritos, mas poucos definem os números da normalidade para que possamos comparar nossos resultados.

No ato de sorrir, obtivemos uma variação entre o repouso e a contração de 6,45 a 12,11mm, o que consideramos uma ampla variação, com média de 9,28 mm e desvio padrão (DP) de 2,83mm. Linstrom et al.²⁰, utilizando o método chamado "The Peak Motus Motion Measurement System", sistema muito parecido com o que utilizamos, pois usa pontos adesivos reflexivos, câmeras para capturar as imagens em vídeo e depois processá-las com um software encontraram, para o sorriso, variação média de 5,78 mm, com DP de 2,09 mm à direita e 5,53 mm com DP de 1,83 mm à esquerda. Há, neste caso, uma diferença ao analisar as médias entre os dois estudos, que é cerca de 3,3 mm; contudo, o referido autor não refere os números de variação encontrados em repouso e em contração e não define o grupo de sujeitos examinados.

Quanto aos olhos, obtivemos variação entre a pálpebra aberta e fechada de 6,89 a 11,29 mm, com média de 9,09 mm e DP de 2,20 mm. Novamente, Linstrom aponta uma média de 8,11 mm com DP de 2,39 mm à direita e 7,94 mm com DP de 2,10 mm à esquerda. Agora, as diferenças encontradas entre os dois estudos foram de cerca de 1 mm.

Enrugar a testa mostrou uma variação entre repouso e contração de 8,06 a 13,08 mm, com média de 10,57 mm e DP de 2,51 mm e o ato de franzir a testa, uma variação de contração de 4,26 a 10,85 mm, com média de 7,56 mm e DP de 3,29 mm. Não encontramos na literatura revisada referências para comparação das medidas.

É interessante observar, como complemento, que a musculatura facial contrai-se dentro de uma faixa de aproximadamente de 11 a 13 mm, mas há uma variação individual considerável para cada movimento. Neste grupo de jovens, em média, para sorrir, a movimentação variou 5,66 mm de indivíduo para indivíduo; para fechar as pálpebras, variou 4,4 mm; para enrugar a testa 5,02 mm e, para franzir a testa, 6,59 mm.

Nos casos de paralisia facial é, portanto, relevante a documentação caso a caso e, assim, o profissional poderá quantificar com exatidão a melhora ou não do quadro.

CONCLUSÃO

Este estudo avaliou um novo método, objetivo, de medir a contração dos músculos da face, com o sistema de captura de movimentos VICON e obteve dados de padrão de normalidade para os movimentos de enrugar a testa, franzir a testa, sorrir e abrir e fechar os olhos. Trata-se de um método sofisticado que, apesar de não ser viável para o uso clínico diário, pode ser um bom instrumento para pesquisas, em virtude de sua precisão. Observamos que os movimentos faciais normais estão em uma faixa de 11 a 13 mm de contração, mas há uma variação individual considerável.

REFERÊNCIAS

1. Diels HJ, Combs D. Neuromuscular Retraining for facial paralysis. *Otolaryngol Clin North Am.* 1997;30(5):727-43.
2. Macgregor FC. Facial disfigurement: Problems and management of social interaction and implications for mental health. *Aesthetic Plast Surg.* 1990;14(4):249-57.
3. Santos-Lasaosa S, Pascual-Millán LF, Tejero-Juste C, Moralis-Asín F. Parálisis facial periférica: etiologia, diagnóstico y tratamiento. *Rev Neurol.* 2000;30(11):1048-53.
4. Giovanoli P, Tzou CH, Ploner M, Frey M. Three-dimensional video-analysis of facial movements in healthy volunteers. *Br J Plast Surg.* 2003;56(7):644-52.
5. Friedman R, House JW. Use of House-Brackmann facial nerve grading scale with acute and sub-acute facial palsy. In: Yanagihara N, Murakami S, eds. *New Horizons in Facial Nerve Research and Facial Expression.* Netherlands: Kugler Publications; 1997. p.529-32.
6. Kanerva M. *Peripheral Facial Palsy, Grading, Etiology, and Melkersson-Rosenthal Syndrome* [dissertação]. Departamento de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Helsinki, 2008.
7. Satoh Y, Kanzaki J, Yoshihara S. A comparison and conversion table of 'the House-Brackmann facial nerve grading system' and the 'Yanagihara grading system'. *Auris Nasus Larynx.* 2000;27(3):207-12.

8. Bures S, Fisch U. The comparison of facial grading systems. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1986;112(7):755-8
9. Fields MJ, Peckitt NS. Facial nerve function index: a clinical measurement of facial nerve activity in patients with facial nerve palsies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990;69(6):681-2.
10. Ross BG, Fradet G, Nedzelski JM. Development of a sensitive clinical facial grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996;114(3):380-6.
11. Coulson SE, Croxson GR, Gilleard W. Quantification of the three dimensional displacement of normal facial movements and a following facial nerve paralys. In Yaginahara N, Murakami S, eds. *New Horizons in Facial Nerve Research and Facial Expression.* Netherlands: Kugler Publications; 1997. p.545-8.
12. Isono M, Murela K, Tanaka H, Kawamoto M, Azuma H, Miyaki H. New dimensions in an objective evaluation method for facial mimetic motions. In Yaginahara N, Murakami S, eds. *New Horizons in Facial Nerve Research and Facial Expression.* Netherlands: Kugler Publications; 1997. p.539-44.
13. Yuen K, Inokuchi I, Maeta M, Kawakami SI, Masuda Y. Evaluation of facial palsy by moiré topography index. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;117(5):567-72.
14. Bajaj-Luthra A, VanSwearingen J, Thornton RH, Johnson PC. Quantitation of patterns of facial movement in patients with ocular to oral synkinesis. *Plast Reconstr Surg.* 1998;101(6):1473-80.
15. Johnson PC, Brown H, Kuzon WM Jr, Balliet R, Garrison JL, Campbell J. Simultaneous quantification of facial movements: the maximal static response assay of facial nerve function. *Ann Plast Surg.* 1984;32(2):171-9.
16. Frey M, Giovanoli P, Gerber H, Slameczka M, Stüssi E. Three-dimensional video analysis of facial movements: a new method to assess the quantity and quality of the smile. *Plast Reconstr Surg.* 1999;104(7):2032-9.
17. Cohn JF, Zlochower AJ, Lien S, Kanade T. Automated face analysis by feature point tracking has high concurrent validity with manual FACS coding. *Psychophysiology.* 1999;36(1):35-43.
18. O'Grady KF, Antonyshyn OM. Facial asymmetry: three-dimensional analysis using laser surface scanning. *Plast Reconstr Surg.* 1999;104(4):928-37.
19. Kayhan FT, Zurakowski D, Rauch SD. Toronto Facial Grading System: interobserver reliability. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122(2):212-5.
20. Linstrom CJ, Silverman CA, Susman WM. Facial-motion analysis with a video and computer system: a preliminary report. *Am J Otol.* 2000;21(1):123-9.
21. Linstrom CJ, Silverman CA, Colson D. Facial motion analysis with a video and computer system after treatment of acoustic neuroma. *Otol Neurotol.* 2002;23(4):572-9.
22. Wachtman GS, Cohn JF, VanSwearingen JM, Manders EK. Automated tracking of facial features in patients with facial neuromuscular dysfunction. *Plast Reconstr Surg.* 2001;107(5):1124-33.
23. Hontanilla B, Aubá C. Automatic three-dimensional quantitative analysis for evaluation of facial movement. *J Plastic Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61(1):18-30.
24. Mitre EI, Lazarini PR, Dolci JE. Objective method for facial motricity grading in healthy individuals and in patients with unilateral peripheral facial palsy. *Am J Otolaryngol.* 2008;29(1):51-7.
25. Manktelow RT, Zuker RM, Tomat LR. Facial paralysis measurement with a handheld ruler. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(2):435-42.
26. Quintal M, Tessitore A, Paschoal JR, Pfeilsticker LN. Quantificação da paralisia facial com paquímetro digital. *Rev CEFAC.* 2004;6(2):170-6.
27. Graafland F. Internship Report: Motion Capture Method Development Using Medicine Research on Parkinson Patient as Model Research. 2009.
28. House JW, Brackmann DE. Facial nerve grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1985;93(2):146-7.