



<https://doi.org/10.56344/2675-4827.v3n2a2022.7>

## **Efeitos da facilitação neuromuscular proprioceptiva nos músculos mastigatórios e respiratórios em nadadores**

### **Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on masticatory and respiratory muscles in swimmers**

Artur Munerato Rueda<sup>1</sup>, Guilherme Gallo Costa Gomes<sup>2</sup>, Saulo Cezar Vallin Fabrin<sup>2</sup>, Camila Rosa Gonçalves<sup>2</sup>, Evandro Marianetti Fioco<sup>2</sup>, Simone Cecilio Hallak Regalo<sup>2,3</sup>, Selma Siéssere<sup>2</sup>, Gabriel Pádua da Silva<sup>2,4</sup>, Edson Donizetti Verri<sup>2,5</sup>

**Resumo:** Desenho do estudo: estudo de caso. Introdução: A natação requer uma capacidade pulmonar efetiva para alcançar o melhor desempenho funcional e o método A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) pode ser aplicado em um programa de treinamento cardiorrespiratório. Descrição do caso: Atleta 1, sexo masculino, 19 anos, 6 anos de treino borboleta, treina 6 vezes por semana durante 2 a 3 horas. Atleta 2, sexo masculino, 19 anos, 12 anos de prática de bruços, treina 6 vezes por semana durante 2 a 3 horas. Foram aplicados os seguintes exercícios: facilitação do músculo masseter e temporal, abaixamento do ângulo da boca, levantamento do músculo do ângulo da boca, platisma e diafragma, técnica de estabilização reversa no pescoço. Espessura e atividade miométrica, pressão respiratória máxima, capacidade pulmonar e força de mordida foram avaliadas pré-intervenção com o método FNP. Resultados: Houve aumento do sinal eletromiográfico após aplicação de FNP nas condições usuais de mastigação com amendoim e passas, simetria na força máxima de mordida, aumento da espessura muscular, aumento da força e capacidade pulmonar em ambos os atletas após intervenção com FNP. Discussão: este caso teórico relata os resultados de dois atletas de natação que realizam intervenção com o método FNP, contribuindo para o aumento da espessura, atividade e força dos músculos mastigatórios e

<sup>1</sup> Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Especialização em Fisioterapia do Esporte, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Biologia Básica e Oral, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

<sup>3</sup> Professora Titular da Faculdade de Odontologia, INCT Translacional em Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Professor Adjunto de Fisioterapia Neurofuncional, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>5</sup> Professor Adjunto de Anatomia e Neuroanatomia, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

esternocleidomastóideos associados ao aumento da força e capacidade pulmonar, mostrando que a funcionalidade do o sistema estomatognático está intimamente relacionado com o sistema respiratório.

**Palavras-chave:** Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva; Nadadores; Sistema Estomatognático; Sistema respiratório.

**Abstract:** Study design: case study. Introduction: Swimming requires an effective lung capacity to achieve the best functional performance and the method The Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) can be applied in a cardiorespiratory training program. Case description: Athlete 1, male, 19 years old, 6 years of butterfly training, trains 6 times a week for 2 to 3 hours. Athlete 2, male, 19 years old, 12 years of breaststroke practice, trains 6 times a week for 2 to 3 hours. The following exercises were applied: facilitation of the masseter and temporalis muscle, lowering of the angle of the mouth, lifting of the muscle of the angle of the mouth, platysma and diaphragm, technique of reverse stabilization in the neck. Myiolometric thickness and activity, maximum respiratory pressure, lung capacity and bite force were assessed pre-intervention with the PNF method. Results: There was an increase in the electromyographic signal after application of PNF in the usual conditions of chewing with peanuts and raisins, symmetry in the maximum bite force, increase in muscle thickness, increase in lung strength and capacity in both athletes after intervention with PNF. Discussion: this theoretical case reports the results of two swimming athletes who perform intervention with the PNF method, contributing to the increase in the thickness, activity and strength of the masticatory and sternocleidomastoid muscles associated with increased lung strength and capacity, showing that the functionality of the stomatognathic system is closely related to the respiratory system.

**Keywords:** Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Swimmers; Stomatognathic System; Respiratory System.

*Recebimento: 04/02/2022*  
*Aprovação: 10/06/2022*

## INTRODUÇÃO

A natação é um esporte composto por movimentos coordenados dentro de um meio líquido através da ação combinada entre membros superiores, inferiores e do tronco. Além disso, requer uma capacidade pulmonar efetiva, controlada, suave e automática, considerada uma função primária que permite que um nadador profissional alcance o melhor desempenho funcional (WOORONS *et al.*, 2016; FIOCO *et al.*, 2018). Como forma de aumentar o

desempenho dos atletas, a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) poderia ser aplicado em um programa de reabilitação cardiorrespiratória por atuar nos músculos do tronco e pescoço que estão intimamente ligados à função respiratória, contribuindo para o aumento da força muscular inspiratória e expiratória (MORENO, SILVA, GONÇALVES, 2005; AREAS et al., 2013).

O FNP é uma técnica muito utilizada em pacientes que apresentam distúrbios neurológicos, auxiliando no ganho de força, flexibilidade, aumento da amplitude de movimento, controle postural, adequação da marcha e diversas outras qualidades. O ganho de alongamento muscular causado pelo FNP evita lesões associadas com o desequilíbrio da força muscular agonista e antagonista que a técnica é capaz de causar.

No entanto, são poucos os estudos que utilizam esse método como forma de treinamento esportivo em nadadores para melhorar seu desempenho, portanto. O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade eletromiográfica, espessura muscular, força máxima de mordida molar, força muscular respiratória e capacidade pulmonar em nadadores júnior-sênior de alto rendimento, a fim de observar alterações nos músculos mastigatórios e respiratórios após um protocolo de intervenção. fisioterapia com o método PNF.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. CAAE 10484819.2.0000.5498.

Caso 1: atleta, sexo masculino, 19 anos, 1,78 m de altura, 74 kg, 6 anos de prática de borboleta, treina 6 vezes por semana entre 2 e 3 horas e em média 6 km de distância por treino. Apresenta o lado direito como dominante para respirar durante a natação e participa em média de 12 competições por ano. Além do treino de natação, ele faz musculação em média 5 vezes por semana. Caso 2: atleta, sexo masculino, 19 anos, 1,72 m de altura, 64 kg, 12 anos de prática de bruços, treina 6 vezes por semana entre 2 e 3 horas e em média 3 km a 6 km de

distância por treino. Ele tem o lado direito como dominante para respirar durante a natação e pratica em média 8 competições por ano.

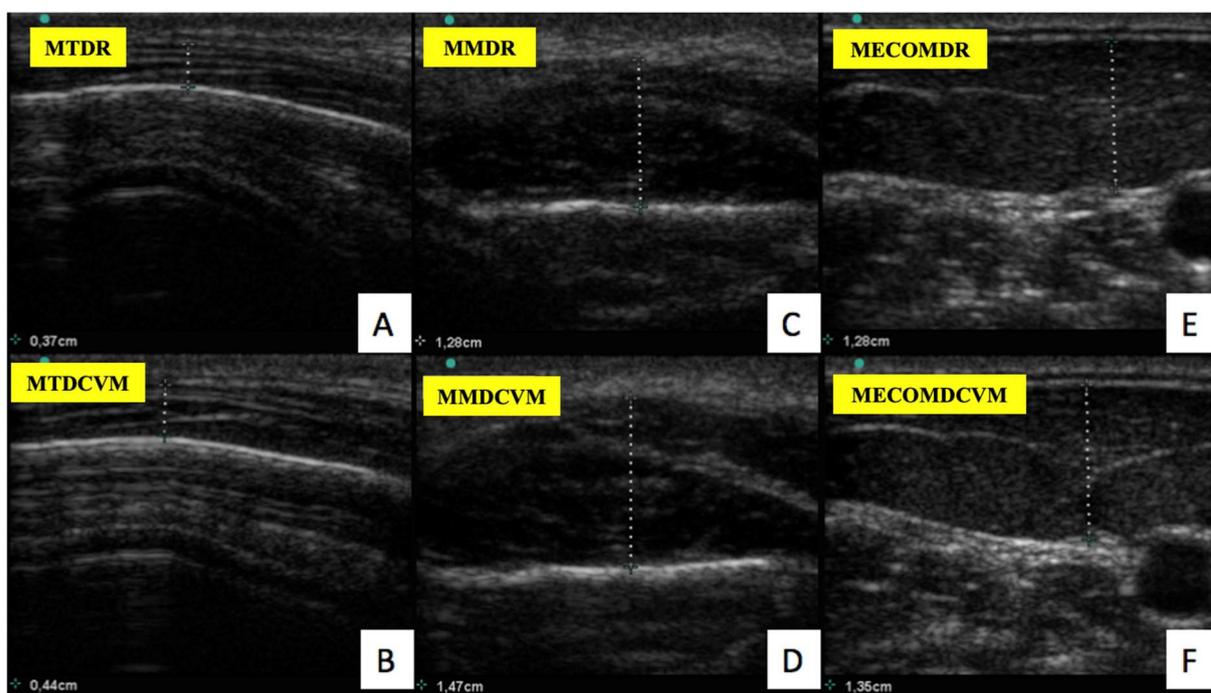


Figura 1: Imagens ultrassonográficas dos músculos masseter, temporal e esternocleidomastoideo direitos na condição de repouso (R) e também na estanqueidade dentária em contração voluntária máxima (VCM) antes da intervenção com o método FNP. Figura A: MTDR - músculo temporal direito em repouso, Figura B: MT - músculo temporal direito em CVM, Figura C: RMMR - músculo masseter direito em repouso, Figura D: RMMMVC - músculo masseter direito em CVM, Figura E: RSCMR - esternocleidomastóideo músculo direito em repouso e Figura F: RSCMMVC- músculo esternocleidomastóideo à direita em CVM.

Fonte: Acervo pessoal.

Os participantes do estudo foram avaliados utilizando os seguintes equipamentos: Eletromiógrafo Myosystem Br1 - condições de repouso (R), lateralidade direita e esquerda, mastigação com parafilme, amendoim e passas - nos músculos masseter, temporal e esternocleidomastóideo, direito e esquerdo; Ultrassom SonoSite Titan 10 MHz (SonoSite, Inc., Bothell, WA, EUA)

- músculos masseter direito e esquerdo (MM), temporal (TM) e esternocleidomastoideo (SCOMM) em condições de repouso e aperto dentário em contração voluntária máxima (CVM) ( figura 1 e figura 2); Dinamômetro digital (modelo IDDK; Kratos®, Cotia, São Paulo, Brasil) - força máxima de mordida molar direita e esquerda (MMBF); Manômetro de vácuo CriticalMed com capacidade de +300 a -300 cmH<sub>2</sub>O (Rio de Janeiro, Brasil) - pressão inspiratória e expiratória máxima; Espirômetro KOKO Sx 1000.

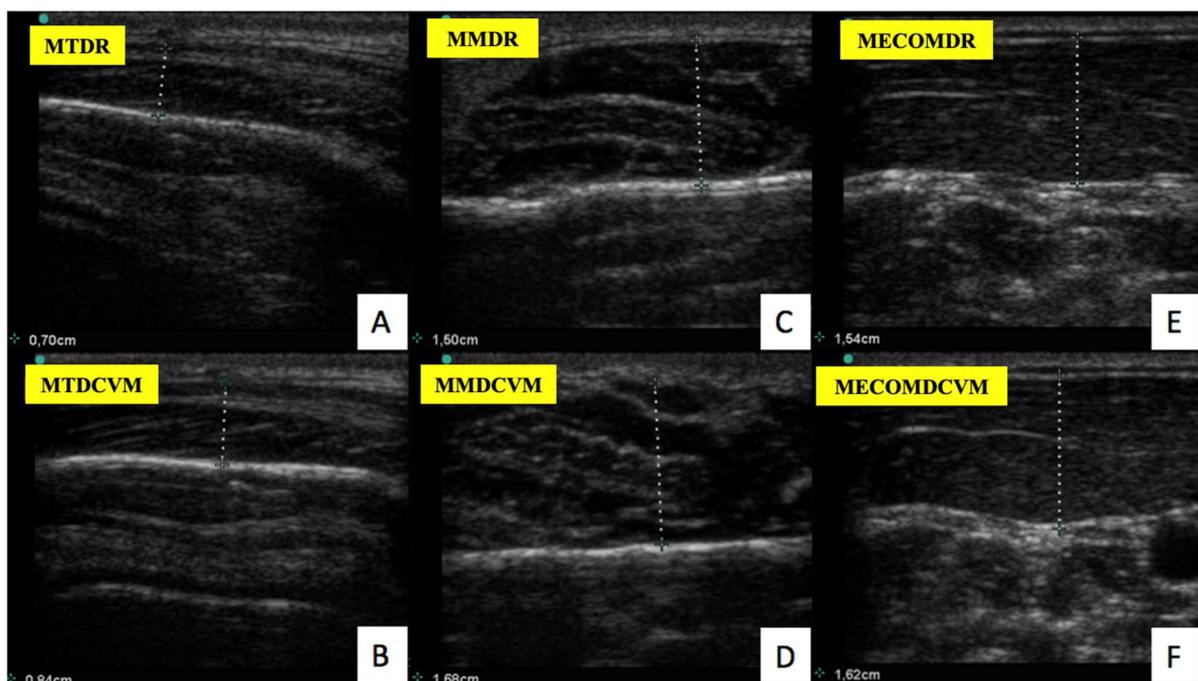


Figura 2: Imagens ultrassonográficas dos músculos masseter, temporal e esternocleidomastoideo direitos na condição de repouso (R) e também na estanqueidade dentária em contração voluntária máxima (VCM) após a intervenção com o método FNP. Figura A: RTMR - músculo temporal direito em repouso, Figura B: RTMMVC - músculo temporal direito em CVM, Figura C: RMMR - músculo masseter direito em repouso, Figura D: RMMMVC - músculo masseter direito em CVM, Figura E: RSCMR - esternocleidomastóideo músculo direito em repouso e Figura F: RSCMMVC- músculo esternocleidomastóideo à direita em CVM.

Fonte: Acervo pessoal.

Após os exames de avaliação inicial, foram aplicadas as seguintes técnicas de FNP em 10 sessões com 01 hora de duração, 03 vezes por semana, com

tempo de 30s de descanso entre cada movimento e um minuto de descanso entre cada série, no microciclo de polimento dos atletas . Os exercícios aplicados foram: facilitação dos músculos masseter e temporal, abaixamento do ângulo da boca, elevação do ângulo da boca, platisma e diafragma (3 séries de 30 repetições); técnica de reversão de estabilização do pescoço (3 séries de 30 repetições) (figura 3).



Figura 3: Aplicação da técnica FNP no atleta.

Fonte: Acervo pessoal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após intervenção fisioterapêutica pelo método FNP nos músculos da cabeça, pescoço e diafragma, foram observadas alterações funcionais no sistema estomatognático e respiratório. Houve diminuição da atividade miotrópica em repouso e aumento, principalmente, dos movimentos de lateralidade mandibular e mastigação com parafilme e passas; diminuição da força de mordida no atleta 1 e aumento no atleta 2, porém permaneceram simétricos; aumento da espessura muscular em repouso e contração dos músculos masseter direito e esquerdo, temporal e esternocleidomastóideo; finalmente, aumento da força e capacidade pulmonar em ambos os atletas devido ao aumento do FEF 25-75%, VEF1, pressão inspiratória e expiratória máxima (tabela 1).

	Atleta 1		Atleta 2	
	Antes	Depois	Antes	Depois
<b>EMG</b>				
Repouso	0,05	0,04	0,05	0,03
Lateralidade D	0,15	0,27	0,04	0,05
Lateralidade E	0,11	0,42	0,07	0,13
Mastigar com Parafilme	0,17	0,16	0,07	0,17
Mastigar com amendoim	0,18	0,22	0,1	0,2
Mastigar com passas	0,13	0,16	0,09	0,15
<b>US Repouso / MVC (cm)</b>				
MTD	0,39 / 0,43	0,38 / 0,41	0,40 / 0,49	0,67 / 0,82
MTE	0,43 / 0,45	0,37 / 0,43	0,44 / 0,54	0,58 / 0,67
MMD	0,84 / 1,01	0,88 / 1,08	1,32 / 1,52	1,54 / 1,69
MME	0,84 / 1,09	0,88 / 1,16	1,21 / 1,40	1,33 / 1,71
MECOM D	1,14 / 1,17	1,22 / 1,20	1,27 / 1,35	1,57 / 1,58
MECOM E	1,17 / 1,25	1,35 / 1,33	1,31 / 1,25	1,45 / 1,60
<b>FMMM (Newton - N)</b>				

Direito	656	527	705	890
Esquerdo	631	559	519	845
<b>Manovacuometria (Foreseen % - cmH<sub>2</sub>O)</b>				
Máx. pressão inspiratória	110 (80%)	130 (94%)	150 (109%)	190 (138%)
Máx. pressão expiração	90 (60%)	150 (100%)	150 (100%)	290 (193%)
<b>Espirometria (Foreseen)</b>				
FVC (L)	5,25 (4,91)	5,13	6 (4,44)	5,65
FEV1 (L)	4,18(4,49)	4,29	5,44 (4,09)	5,2
FEV1/FVC - %	80(95)	84	91 (94)	92
FEF25-75%	3,71(5,27)	4,13	6,82 (4,87)	6,84

EMG – Eletromiografia; US – Ultrassonografia; CVM - Contração voluntária máxima; MT - Músculo Temporal; MM - Músculo masseter; MECOM - Músculo esternocleidomastóideo; FMMM - Força máxima de mordida molar; CVF - Capacidade vital forçada; VEF1 - Volume expiratório forçado um segundo; FEF - Fluxo expiratório forçado; D – direito; E - esquerdo.

Tabela 1: Média dos dados de EMG, ultrassonografia, força máxima de mordida molar, manovacuometria e espirometria dos atletas antes e após intervenção com o método FNP.

O atleta 1 relatou que antes da reabilitação com o método PNF, o tempo do teste nos 200 metros na modalidade borboleta era de 2 minutos e 13 segundos, após a intervenção foi de 2 minutos e 06 segundos e também foi campeão dos Jogos Regionais. O atleta 2 relatou que antes da intervenção com o método FNP o tempo de teste na modalidade 50 m peito foi de 2 minutos e 32 segundos, após a intervenção foi de 2 minutos e 24 segundos. Além disso, os participantes também relataram respiração mais fácil, maior resistência durante a prática esportiva e melhora da propriocepção nos gestos esportivos, o que levou a uma melhora em seu desempenho.

O treinamento FNP pode ser superior ao treinamento com pesos em programas de treinamento atlético (SHARMAN, CRESSWELL, RIEK, 2006), pois utiliza padrões específicos de movimentos diagonais e espirais, além de estímulos aferentes para desencadear o potencial neuromuscular, obtendo

melhores respostas em todo o sistema musculoesquelético (SILVA, PIN, SILVA FILHO, 2015). É eficaz para ganhar propriocepção no pescoço, facilitando e corrigindo a função sensorial, força muscular, flexibilidade, equilíbrio muscular, aumento da força de pico, hipertrofia muscular e representação cortical (REZASOLTANI *et al.*, 2009; NADERIFAR *et al.*, 2018; SAYACA *et al.*, 2020).

A FNP envolve uma série de contrações e relaxamentos de músculos agonistas e antagonistas que buscam melhor controle neuromuscular e maior recrutamento muscular. Portanto, uma mastigação eficiente requer total harmonia e controle nos músculos masseter e temporal direito e esquerdo, bem como boa mobilidade da articulação temporomandibular (ATM) (ONCESCU *et al.*, 2019). Esse controle foi bem observado nas condições usuais de mastigação com amendoim e passas, que apresentaram aumento no sinal eletromiográfico após a aplicação do FNP. Além disso, o equilíbrio muscular entre as forças agonistas e antagonistas promoveu maior estabilidade e equilíbrio postural da mandíbula. De acordo com Palinkas *et al.* (2010), homens sedentários com idade entre 13 e 20 anos apresentaram média de mordida no molar direito de 405 N e força no molar esquerdo de 404 N. Após a terapia com FNP, a força de mordida permaneceu acima do esperado para a idade dos atletas, pois o fato de manter o rosto apenas na superfície da água já exerce uma resistência devido ao empuxo na mandíbula, o que leva a um aumento da força de mordida naturalmente (FIOCO *et al.*, 2018). No entanto, neste estudo de caso, observou-se uma diminuição da força de mordida após a terapia de FNP no atleta 1 e um aumento na força de mordida do atleta 2, mas eles permaneceram simétricos.

O movimento da cabeça durante a respiração durante a natação pode produzir alterações funcionais na articulação ATM, que podem ser afetadas pela pressão da água, alterando o comportamento neuromuscular (FIOCO *et al.*, 2018). Do ponto de vista da espessura muscular, os atletas obtiveram aumento da espessura muscular na condição de repouso e contração dos músculos masseter direito e esquerdo, temporal e esternocleidomastóideo após intervenção. Associado a isso, houve ganho de força e capacidade pulmonar em ambos os atletas com aumento do FEF 25-75%, VEF1, pressão inspiratória e expiratória máxima após intervenção com FNP. Desta forma, o FNP em atletas

de natação pode auxiliar no restabelecimento do equilíbrio muscular, pois o equilíbrio funcional do sistema craniocervical-mandibular está diretamente relacionado à mobilidade e estabilidade da mandíbula e do corpo, uma vez que o esporte pode influenciar nos padrões respiratórios e mastigatórios (FERRARIO *et al.*, 2012).

As técnicas de FNP podem aumentar a flexibilidade muscular em atletas, bem como podem ser um método razoável para aumentar a estabilidade dinâmica (ALSULAIE, ALGHAMDI, 2021) e para a natação a estabilização dinâmica da cervical e cabeça, juntamente com a estabilização do tronco e membros inferiores, permitem menor gasto energético por reduzir os efeitos de resistência da água com o corpo do atleta.

## CONCLUSÃO

O método PNF aplicado na cabeça, pescoço e músculos respiratórios em nadadores, promove alterações no sistema estomatognático e respiratório, auxiliando no aumento do desempenho. Além disso, a estabilidade e mobilidade craniocervical-mandibular permitem que o tronco, membros superiores e inferiores permaneçam equilibrados sem movimentos compensatórios para respirar. Sendo assim, este esporte exige uma boa capacidade pulmonar e estabilidade corporal.

**Conflitos de interesse:** Os autores não têm conflitos de interesse a divulgar.

**AGRADECIMENTOS:** INCT - Translacional em Medicina.

## REFERENCIAS

FIOCO, EM; PALINKAS, M; VERRI, E. D.; SCALIZE, P. H.; VASCONCELOS, P. B.; SILVA, G. P.; FABRIN, S. C. V.; SILVA, N. S.; SIÉSSERE S.; REGALO, S. C. H. Analysis of Bite Force, EMG, and Thickness of the Masticatory Muscles in Swimmers: Crawl Modality, **Acta Scientific Dental Sciences**, v. 2, n. 10, p. 33-40, 2018.

WOORONS, X.; MUCCI, P.; RICHALET, J.P.; PICHON, A. Hypoventilation Training at Supramaximal Intensity Improves Swimming Performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.48, n.6, p. 1119-28, 2016. doi: 10.1249/MSS.0000000000000863.

AREAS, G.P.T.; BORGHI-SILVA, A.; LOBATO, A.N.; SILVA, A.A.; JUNIOR, R.C.F.; AREAS, F.Z.S. Effect of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation combined with elastic resistance bands on respiratory muscle strength: a randomized controlled trial. **Braz. J. Phys. Ther.**, v.17, n.6, p. 541-546, 2013. doi: 10.1590/S1413-35552012005000131.

MORENO, M.A.; SILVA, E.; GONÇALVES, M. O efeito das técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptivo-método Kabat- nas pressões respiratórias máximas. **Fisioter Mov.**, v.18, n.2, p. 53-61, 2005. doi: 10.1590/S1809-29502009000200012.

RILEY, D.S.; BARBER, M.S.; KIENLE, G.S.; ARONSON, J.K.; VON SCHOEN-ANGERER, T.; TUGWELL, P.; *et al.* Explicação e Elaboraões da CARE 2013: Diretrizes de Relatórios para Relatos de Casos. **J Clin Epi**, v.89, p. 218-235, 2017. doi: 10.1016 / jclinepi.2017.04.026.

SHARMAN, M.J.; CRESSWELL, A.G.; RIEK, S. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. **Sports Medicine**, v.36, n. 11, p. 929–939, 2006. doi: 10.2165/00007256-200636110-00002.

SILVA, E. DA; PIN, A. S.; SILVA FILHO, M. Changes in muscle strength in elderly women after proprioceptive neuromuscular facilitation based training. **Fisioter. mov.** v.28, n. 2, p. 357-363, 2015. doi: 10.1590/0103-5150.028.002.AO16.

SAYACA, C.; SEREL-ARSLAN, S.; SAYACA, N.; DEMIR, N.; SOMAY, G.; KAYA, D.; KARADUMAN, A. Is the proprioceptive neuromuscular facilitation technique superior to Shaker exercises in swallowing rehabilitation? **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v.277, n.2, p. 497-504, 2020. doi: 10.1007/s00405-019-05772-3.

NADERIFAR, H.; MINOONEJAD, H.; BARATI, A.H.; LASHAY, A. Effect of a Neck Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Training Program on the Body Postural Stability in Elite Female Basketball Players. **JRSR**, v,5, p. 41-45, 2018.

REZASOLTANI, A.; KHALEGHIFAR, M.; TAVAKOLI, A.; AHMADIPOUR, A.R. The comparison of neuromuscular facilitation exercises and traditional exercise therapy programs in the treating of patients with chronic non-specific neck pain. **J. of Rafs. Uni. of Med. Scien.**, v.8, n. 1, p. 59-68, 2009.

ONCESCU MORARU, A.M.; PREOTEASA, C.T.; PREOTEASA, E. Masticatory function parameters in patients with removable dental prosthesis. **J Med Life.**, v. 12, n.1, p. 43-48, 2019. doi: 10.25122/jml-2019-0028.

PALINKAS, M.; NASAR, M.S.P.; CÉCILIO, F.A.; SIÉSSERE, S.; SEMPRINI, M.; MACHADO-DE-SOUSA, J.P.; HALLAK, J.E.C.; REGALO, S.C.H. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. **Archives of Oral Biology**, v. 55, p. 797–802, 2010. doi: 10.1016/j.archoralbio.2010.06.016.

FERRARIO, V.F.; TARTAGLIA, G.M.; GALLETTA, A.; GRASSI, G.P.; SFORZA, C. EMG spectral characteristics of masticatory muscles and upper trapezius during maximum voluntary teeth clenching. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 1, p. 103–109, 2012. doi: 10.1016/j.jelekin.2011.10.008.

ALSULAIE, J.M.; ALGHAMDI, N.M. Efficacy of proprioceptive neuromuscular facilitation on dynamic stability, athletic performance, and range of motion of the lower limb – A narrative review. **Saudi Journal of Sports Medicine**, v. 21, n.1, p. 1-6, 2021. doi: 10.4103/sjasm.sjasm\_6\_21