

# Influência de um dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular no desempenho desportivo

## Autores

Filipa Cardoso<sup>1</sup>; Francisco Maligno<sup>1</sup>; Ricardo J. Fernandes<sup>2,3</sup>; João Carlos Pinho<sup>1</sup>

[anafg.cardoso@hotmail.com](mailto:anafg.cardoso@hotmail.com)

## Resumo

O objetivo deste estudo foi estudar o efeito de um dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular na função cardiorrespiratória e na lactatemia de indivíduos saudáveis praticantes regulares de desporto. Nove jogadores de futebol realizaram duas repetições de um protocolo incremental contínuo de corrida de 7 x 4 min (com incrementos de 1 km/h até à exaustão voluntária) em passadeira (H/P/Cosmos Quasar 4.0, Nussdorf, Germany), uma vez com o dispositivo placebo e outra com o dispositivo de reposicionamento mandibular. O dispositivo de reposicionamento mandibular foi realizado em modelos da arcada mandibular, através de placas para termoformação (Erkodur 2,0 x 120 mm, ERKODENT®, Germany). Para quantificar o avanço mandibular a ser reproduzido no dispositivo interoclusal, calculou-se o valor resultante de 25% da máxima protrusão individual. As variáveis analisadas foram a perceção subjetiva do esforço (PSE), o consumo de oxigénio (VO<sub>2</sub>), a ventilação (VE), a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória (FR), o quociente respiratório (R) e a concentração de lactato sanguíneo ([La]). Os resultados demonstraram aumento nos valores do VO<sub>2</sub>, VE e FR quando utilizado o dispositivo de reposicionamento mandibular no domínio severo de intensidade de exercício, não existindo modificações significativas a intensidades baixa a moderada e alta. A utilização de um dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular interferiu positivamente na corrida no que respeita aos parâmetros analisados. O uso destes dispositivos poderá constituir um benefício na melhoria dos parâmetros ventilatórios a intensidades próximas do VO<sub>2</sub>max, possivelmente devido ao incremento da via aérea proporcionado pelos mesmos.

---

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Portugal

<sup>2</sup> Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

<sup>3</sup> Laboratório de Biomecânica do Porto, LABIOMEPE, Universidade do Porto, Portugal

**Palavras-chave:** Dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular; goteira oclusal; rendimento; corrida; VO<sub>2</sub>max

## INTRODUÇÃO

Os dispositivos intraorais usados por desportistas têm sido estudados desde 1890, sendo inicialmente concebidos para proteção individual mas, a partir de 1960, aparecendo associados à promoção do desempenho desportivo<sup>(1)</sup>. A produção de aparelhos intraorais de desempenho está relacionada com descompressão da articulação temporomandibular, posição ideal de repouso, avanço mandibular e aumento da dimensão vertical de oclusão<sup>(1, 2)</sup>.

Vários desportistas têm usado dispositivos de reposicionamento mandibular procurando a otimização do rendimento individual, os quais têm sido associados a modificações anatómicas (e.g. descompressão muscular e articular) e a alterações fisiológicas (e.g. incremento do consumo de oxigénio - VO<sub>2</sub>). Baseado no reposicionamento mandibular, têm sido estudadas alterações em variáveis intimamente relacionadas com o rendimento desportivo, tais como a força muscular, a capacidade aeróbia e os níveis de cortisol e lactato sanguíneos<sup>(1-4)</sup>.

O objetivo deste estudo foi estudar o efeito de um dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular na função cardiorrespiratória e na lactatemia de indivíduos saudáveis praticantes regulares de desporto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostra

Foram estudados nove jogadores de futebol do sexo masculino (22.7±3.9 anos de idade, 71.8±8.6 kg de massa corporal e 177.2±5.3 cm de altura). Foi critério de exclusão ter sintomatologia dolorosa articular e/ou muscular, deslocamento anterior do disco sem redução, patologia cardíaca, respiratória ou metabólica, estar a realizar tratamento ortodôntico, ter saúde oral deficitária e/ou ausência de todos os molares de uma ou mais hemiarcadas, e ter um frequência de treino ≤ 2 vezes/semana.

O projeto experimental foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. O estudo foi explicado a todos os participantes, assim como obtido consentimento informado.

## Dispositivos intraorais

Foi confeccionado um dispositivo placebo e um dispositivo de reposicionamento mandibular individualizado, realizando-se impressões em alginato (orthoprint®, Zhermack®, Italy) das arcadas dentárias e modelos de estudo em gesso amarelo tipo III (Crystacal® R, Formula, Germany) a cada participante.

### Dispositivo placebo

A confecção do dispositivo placebo (Figura 1) consistiu na colocação de dois ganchos em bola (remanium®, Dentaurum, Deutschland, arame metálico 0.80 mm de diâmetro e 38 mm de comprimento) em cada quadrante dentário inferior, selecionando o dente que menos interferisse com a intercuspidação máxima. Fixaram-se os ganchos com cera (Metrowax® No.2, Metrodent®, England), colocou-se acrílico (Orthocryl®, Dentaurum®, Deutschland) sobre o contorno desenhado no modelo de estudo e polimerizou-se numa panela de pressão (Dentaurum®, Deutschland) durante 10 min a 45-55°C e a 2 bar de pressão. Os dispositivos foram, de seguida, desgastados e polidos.



**Figura 1** – Vista oclusal do dispositivo placebo finalizado e colocado no modelo de estudo.

### Determinação da máxima protrusão individual

Com o desportista em posição de intercuspidação máxima, mediu-se a máxima retrusão mandibular (com uma régua) desde a face vestibular do incisivo central inferior direito até ao bordo incisal do incisivo central superior direito. Posteriormente, solicitou-se ao participante que protruísse a mandíbula desde a posição de intercuspidação máxima para uma posição o mais anterior possível, medindo-se o valor da distância da face vestibular do incisivo central superior direito ao bordo incisal

do incisivo central inferior direito. A máxima protrusão foi determinada pela soma dos dois valores obtidos.

### **Dispositivo de reposicionamento mandibular**

Para quantificar o avanço mandibular a ser reproduzido no dispositivo, calculou-se o valor resultante de 25% da máxima protrusão obtida anteriormente. Utilizando o kit George Gauge® Bite Registration (Scheu-Dental, Deutschland) realizou-se um registo intermaxilar com silicone (Occlufast Rock, Zhermack®, Italy) na posição correspondente a 25% da máxima protrusão de cada desportista. Montaram-se os modelos numa máquina termoformadora (Erkoform – 3d, Erkodent®, Germany) e o dispositivo (Figura 2) foi realizado através de placas de etileno vinil acetato para termoformação (Erkodur 2.0 x 120 mm, Erkodent®, Germany), no modelo mandibular, aquecidas a 155° C, durante 1 min e 30 segundos. Após a termoformação, colocou-se resina de metilmetacrilato (Unifast™ Trad No. 8 Live Pink, GC America Inc, U.S.A) na região posterior das placas, bilateralmente, de modo a serem criadas edentações dos dentes posteriores superiores. A posição foi mantida com auxílio de um oclisor, acessório da Erkoform – 3d™, até à polimerização completa da resina. Seguidamente, as placas foram desgastadas e finalizadas com polimento.



**Figura 2** – Vista oclusal do dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular finalizado e colocado no modelo de estudo.

### **Protocolo experimental**

Previamente à realização do protocolo, os participantes abstiveram-se de atividade física vigorosa e/ou prolongada, consumo de álcool, café, nicotina, controlaram a dieta e o sono e familiarizaram-se com os dispositivos placebo e de reposicionamento mandibular.

Realizaram-se duas repetições de um protocolo incremental contínuo de corrida de 7 x 4 min (com incrementos de 1 km/h até à exaustão voluntária) em passadeira (H/P/Cosmos Quasar 4.0, Nussdorf, Germany), uma vez com o dispositivo placebo e outra com o dispositivo de reposicionamento mandibular. Durante os testes determinaram-se o  $VO_2$  absoluto e relativo, a ventilação (VE), a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória (FR), o quociente respiratório (R), a concentração máxima de lactato sanguíneo ([La]max) e a percepção subjetiva do esforço (PSE).

### **Recolha de Dados**

Todos os parâmetros respiratórios foram obtidos respiração-a-respiração através do sistema de gases telemétrico portátil Cosmed K4b2 (Cosmed, Italy). Os valores da FC foram obtidos com recurso a um cardiófrequencímetro Polar electro Oy (Kempele, Finland) e emitidos telemetricamente para o sistema Cosmed K4b2. A [La] foi avaliada em repouso e 3 min após o término do exercício, recorrendo a um doseador de lactato Lactate Pro (Arkay Inc., Kyoto, Japan). No final de cada patamar foi avaliada a PSE recorrendo à escala de Borg (quantificada entre 6-20 pontos).

### **Análise de Dados**

Os dados recolhidos foram exportados do programa K4 b2 para o programa Microsoft Excel 2016®, onde foram analisados. As variáveis cardiorrespiratórias foram avaliadas em três domínios de intensidade do exercício: baixo/moderado (correspondente ao segundo patamar de prova), pesado (correspondente ao quinto patamar de prova) e severo (correspondente ao último patamar de prova).

Para cada domínio foram calculadas as médias correspondentes aos valores dos últimos 30 segundos dos respetivos patamares. A [La] apenas foi avaliada no domínio de intensidade severa ([La]max). Na avaliação da PSE consideraram-se as médias dos valores correspondentes ao segundo, quinto e último patamares.

A análise estatística foi realizada no programa IBM® SPSS® Statistics 25, utilizando o teste-t emparelhado e admitindo um erro percentual  $\alpha = 5\%$ .

## RESULTADOS

Na Tabela I estão expressos os valores (média  $\pm$  DP) de todas as variáveis analisadas nas duas situações. Verificamos que não existem diferenças ( $p > 0.05$ ) no  $VO_2$  absoluto,  $VO_2$  relativo, VE, FC, FR e R nos domínios baixo/moderado e pesado na situação placebo *versus* dispositivo de reposicionamento mandibular. Contrariamente, no domínio de intensidade severo, as variáveis  $VO_2$  absoluto e relativo, VE e FR apresentam valores superiores na condição com uso do dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular. Na avaliação da PSE, verificaram-se valores inferiores apenas no domínio baixo/moderado de intensidade. A  $[La]_{max}$  não apresentou diferenças relevantes nas diferentes situações.

**Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão do consumo de oxigénio ( $VO_2$ ), ventilação (VE), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), quociente respiratório (R), perceção subjetiva do esforço (PSE) e concentração máxima de lactato sanguíneo ([La]max) para os diferentes domínios de intensidade do exercício nas situações com uso do dispositivo placebo e de reposicionamento mandibular.

	Dispositivo placebo	Dispositivo de reposicionamento mandibular	<i>p</i>	
<b>Baixo/Moderado</b>	$VO_2$ (mL $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	2322.25 $\pm$ 406.98	2346.96 $\pm$ 375.51	0.800
	$VO_2$ (mL $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	32.02 $\pm$ 3.31	32.60 $\pm$ 5.63	0.703
	VE (L $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	60.74 $\pm$ 14.30	64.26 $\pm$ 10.32	0.292
	FC (bpm)	146.55 $\pm$ 17.18	144.30 $\pm$ 15.82	0.691
	FR (b/min)	37.48 $\pm$ 19.33	37.24 $\pm$ 11.49	0.939
	R	1.06 $\pm$ 0.13	1.02 $\pm$ 0.05	0.456
	PSE	10.00 $\pm$ 2.06	9.00 $\pm$ 2.18	0.017
<b>Pesado</b>	$VO_2$ (mL $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	2940.41 $\pm$ 412.73	2875.49 $\pm$ 326.90	0.604
	$VO_2$ (mL $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	40.67 $\pm$ 3.67	39.90 $\pm$ 4.60	0.684
	VE (L $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	90.50 $\pm$ 14.92	91.22 $\pm$ 13.69	0.778
	FC (bpm)	170.06 $\pm$ 10.61	171.59 $\pm$ 9.53	0.258
	FR (b/min)	44.32 $\pm$ 5.56	45.05 $\pm$ 5.75	0.694
	R	1.16 $\pm$ 0.19	1.08 $\pm$ 0.04	0.312
	PSE	16.44 $\pm$ 1.59	15.67 $\pm$ 2.12	0.244
<b>Severo</b>	$VO_2$ (mL $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	2674.18 $\pm$ 319.12	3021.39 $\pm$ 210.34	0.007
	$VO_2$ (mL $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	37.03 $\pm$ 5.44	42.00 $\pm$ 3.92	0.009
	VE (L $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	95.57 $\pm$ 15.88	112.23 $\pm$ 20.48	0.024
	FC (bpm)	183.54 $\pm$ 12.81	184.12 $\pm$ 13.21	0.741
	FR (b/min)	47.27 $\pm$ 11.11	54.58 $\pm$ 12.81	0.005
	R	1.22 $\pm$ 0.19	1.15 $\pm$ 0.09	0.426
	PSE	19.11 $\pm$ 1.05	19.00 $\pm$ 1.41	0.865
	[La]max (mmol $\cdot$ L <sup>-1</sup> )	10.27 $\pm$ 4.23	9.85 $\pm$ 3.09	0.842

## DISCUSSÃO

O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ), utilizado para caracterizar o desempenho em exercícios maioritariamente aeróbios, mas com contribuição anaeróbia significativa, é considerado um indicador fisiológico fidedigno para a avaliação da condição física de desportistas<sup>(5)</sup>. Complementarmente, valores elevados da FC (> 90% da FC teórica máxima obtida através da diferença entre 220 e a idade) e da  $[La]_{max}$  ( $\geq 8$  mmol L<sup>-1</sup>), assim como a ocorrência de um platô no  $VO_2$  (valores  $\leq 2.1$  mL  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup> entre patamares independentemente do aumento da carga), têm sido mencionados como critérios para identificar o  $VO_{2max}$ <sup>(5)</sup>. A obtenção do  $VO_{2max}$  poderá ser também corroborada por observação de fadiga, nomeadamente por respiração acelerada, transpiração, aumento da temperatura corporal e alteração da coloração da pele<sup>(6)</sup>. No presente estudo, o  $VO_{2max}$  foi atingido nas situações placebo e dispositivo de reposicionamento mandibular ( $[La]_{max} = 10.27 \pm 4.23$  e  $9.85 \pm 3.09$  mmol L<sup>-1</sup>), com observação de exaustão em ambas situações.

Os dispositivos interoclusais de avanço mandibular têm sido associados a um incremento da via aérea faríngea, resultante de um efeito neuromuscular que proporciona a contração do músculo genioglosso quando estes dispositivos são utilizados. Esta contração tem sido associada a um incremento na dinâmica ventilatória, dado que promove o relaxamento das vias aéreas superiores, nomeadamente da via aérea faríngea<sup>(2, 7, 8)</sup>. Os dispositivos que promovem a contração do genioglosso e relaxam a faringe originam uma respiração do tipo *pursed lips breathing*, em que os lábios se encontram franzidos, provocando contração e posicionamento ântero-inferior da língua e originando na cavidade oral os efeitos anatómicos e neuromusculares mencionados<sup>(2, 3)</sup>. Outra das alterações mencionadas com a utilização destes aparelhos inclui a posição ântero-superior do osso hioide. Estes dispositivos avançam a mandíbula e contraem os músculos genioglosso e pterigoideu lateral, tensionando os músculos supra e infra-hioideus que posicionam ântero-superiormente o osso hioide, ampliando a dimensão faríngea<sup>(9)</sup>. Assim, a contração de cadeias musculares da língua, cabeça e pescoço, resultantes da alteração da posição mandibular, apresenta-se como ampliadora da via aérea e facilitadora da ventilação.

Alguns desportistas reportam sentirem-se mais fortes e relaxados quando usam um dispositivo interoclusal, justificado pelo facto de que alterações no posicionamento da

mandíbula têm repercussões não só a nível da musculatura orofacial, mas também em vários determinantes fisiológicos corporais<sup>(3)</sup>. A avaliação do  $VO_2$  e da VE tem sido realizada em estudos que procuram mostrar o efeito de dispositivos interoclusais, baseado na melhoria da capacidade aeróbia e ventilatória e, conseqüentemente, na potenciação do desempenho desportivo<sup>(4, 10)</sup>.

No presente estudo, o  $VO_2$  absoluto e relativo, a VE e a FR foram superiores quando se usou o dispositivo de reposicionamento mandibular no que se refere especificamente ao domínio severo de intensidade (zona de intensidade correspondente ao  $VO_{2max}$ ). Nas intensidades de corrida baixa a moderada e alta (abaixo e acima do limiar anaeróbio, respetivamente) não existiram modificações significativas nestas variáveis comparativamente ao dispositivo placebo. Estes resultados parecem corroborar o facto de os dispositivos de avanço mandibular levarem a repercussões esqueléticas e neuromusculares indutoras de alterações importantes na dinâmica respiratória e ventilatória, nomeadamente a contração muscular lingual e do genioglossa, a criação do *pursed lips breathing*, o relaxamento das vias aéreas superiores e o aumento do diâmetro faríngeo aquando de exercício vigoroso. Para além do supracitado, os resultados apoiam a teoria dos fatores centrais limitativos do  $VO_2$ , contrapondo que o sistema respiratório poderá ser um fator determinante do rendimento desportivo, principalmente nas intensidades mais elevadas do exercício e em indivíduos altamente treinados<sup>(11)</sup>.

Valores de FC menores em intensidades baixas de exercício e correspondentes a valores superiores de  $VO_2$  estão associados a um nível elevado de desempenho dos indivíduos<sup>(12)</sup>. Nos resultados da FC não foram registadas diferenças entre as condições avaliadas. Na literatura, menores valores de lactatemia estão relacionados com a utilização de diversos dispositivos intraorais<sup>(1, 3, 10)</sup>. Neste estudo, o dispositivo de reposicionamento mandibular não influenciou a [La], no entanto, Garner *et al.*<sup>(3)</sup> sugere que a redução da produção de lactato está associada ao *pursed lips breathing* e ao incremento da via aérea.

Durante a realização de exercício é expectável um aumento dos valores de R como consequência dos incrementos oxidativos resultantes da atividade muscular realizada aerobiamente<sup>(12)</sup>. Segundo Howley *et al.*<sup>(13)</sup>, um valor de  $R \geq 1.15$  constitui um critério secundário, significativo da obtenção de intensidades de exercício correspondentes ao  $VO_{2max}$ . De acordo com o apresentado na Tabela I, os valores de R, no domínio

severo, indicam o alcance dessa intensidade de corrida. A condição de reposicionamento mandibular não influenciou os resultados do R nos domínios estudados.

Na avaliação da PSE, os resultados inferiores no domínio baixo/moderado durante o protocolo com o dispositivo de reposicionamento mandibular, embora de apenas um ponto em média, poderão ser justificados pela maior familiarização dos desportistas à utilização da escala de Borg. De facto, o protocolo com o dispositivo de reposicionamento mandibular foi sempre realizado posteriormente ao teste usando o placebo.

As exigências temporais e financeiras associadas à investigação não permitiram alargar o número amostral nem a realização dos testes de forma randomizada, constituindo-se como limitações do estudo.

## **CONCLUSÃO**

A utilização de um dispositivo interoclusal de reposicionamento mandibular interferiu positivamente na corrida no que respeita às variáveis analisadas nomeadamente no domínio de intensidade severo. A utilização destes dispositivos poderá constituir um benefício na melhoria dos parâmetros ventilatórios a intensidades de corrida próximas do  $VO_2\text{max}$ , possivelmente devido ao incremento da via aérea proporcionado pelos mesmos. Assim, não deverá excluir-se a possibilidade de melhorar o desempenho individual através destes dispositivos, nomeadamente em eventos desportivos onde o aporte ventilatório se aproxime das necessidades máximas dos sujeitos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gunepin M, Derache F, Blatteau J-É, Trousselard M, Castagna O, Risso J-J. Intérêt des protège-dents pour l'amélioration des performances physiques et sportives : revue de 50 ans de recherche médicale. *Med Buccale Chir Buccale*. 2017;23(1):21-31.
2. Garner. DP. A Comparative Study and Review of Research Related to Oral Appliances and Athletic Performance: Understanding the Physiological Impacts. *J J Sport Med*. 2016;3(4): 025.
3. Garner DP, Miskimin J. Effects of Mouthpiece Use on Lactate and Cortisol Levels During and After 30 Minutes of Treadmill Running. *The Open Access Journal of Science and Technology*. 2015;Vol. 3.
4. Piero M, Simone U, Jonathan M, Maria S, Giulio G, Francesco T, et al. Influence of a custom-made maxillary mouthguard on gas exchange parameters during incremental exercise in amateur road cyclists. *Journal of strength and conditioning research*. 2015;29(3):672-7.
5. de Jesus K, Sousa A, de Jesus K, Ribeiro J, Machado L, Rodriguez F, et al. The effects of intensity on VO<sub>2</sub> kinetics during incremental free swimming. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2015;40(9):918-23.
6. Sousa A, Figueiredo P, Zamparo P, Pyne DB, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Exercise Modality Effect on Bioenergetical Performance at V O<sub>2</sub>max Intensity. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(8):1705-13.
7. Zhou YQ, Ye JY. [Neuromuscular properties of genioglossus activity in healthy adults and obstructive sleep apnea patients]. *Zhonghua er bi yan hou tou jing wai ke za zhi = Chinese journal of otorhinolaryngology head and neck surgery*. 2018;53(1):70-2.
8. Garner DP, Dudgeon WD, Scheett TP, McDivitt EJ. The effects of mouthpiece use on gas exchange parameters during steady-state exercise in college-aged men and women. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2011;142(9):1041-7.
9. Ito FA, Ito RT, Moraes NM, Sakima T, Bezerra MLdS, Meirelles RC. Conduitas terapêuticas para tratamento da Síndrome da Apnéia e Hipopnéia Obstrutiva do Sono (SAHOS) e da Síndrome da Resistência das Vias Aéreas Superiores (SRVAS) com enfoque no Aparelho Anti-Ronco (AAR-ITO). *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2005;10:143-56.

10. Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, et al. Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. *Journal of strength and conditioning research*. 2015;29(3):678-84.
11. Sutton JR. Limitations to maximal oxygen uptake. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 1992;13(2):127-33.
12. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. *Physiology of Sport and Exercise: Human Kinetics*; 2008.
13. Howley ET, Bassett DR, Jr., Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and science in sports and exercise*. 1995;27(9):1292-301.