

—原著—

咬合支持の安定性が持続的身体運動に及ぼす影響

石岡 克, 河野正司

新潟大学大学院医歯学総合研究科
口腔生命科学専攻摂食機能再建学分野
(主任: 河野正司教授)

How the condition of occlusal support affects the back
muscle force and masticatory muscle activity?

Masaru Ishioka, Shoji Kohno

*Division of Removable Prosthodontics,
Course for Oral Life Science
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
(Chief: Prof. Shoji Kohno)*

平成14年10月28日受付 10月28日受理

Key words: 身体運動能力, 咬合支持, 咬合と全身

Abstract:

This study was conducted to determine how the condition of occlusal support affects the back muscle force and masticatory muscle activity. Two groups of subjects were enlisted: sport-trained group and normal group. While electrodes of the electromyography (EMG) were attached to the surface of the masticatory muscles, each subject's back muscle force was recorded during upper body stretching using a back muscle force-measuring device. The task was performed under four different occlusal support conditions: without occlusal splint, with a full-mouth occlusal splint, with a molar splint, and with a anterior splint.

Results showed that without occlusal splint, the masticatory muscle activity was observed in all the subjects when they made the task "freely" (without clenching instruction). However, upon clenching instruction, the back muscle force did not always increase. The back muscle force decreased accordingly under the four conditions: without splint, with full-mouth splint, molar splint, and anterior splint. The importance of mandibular stability was demonstrated by the molar occlusal support. In all conditions, the sport-trained group showed greater back muscle force than the normal group.

抄録: 咬合支持の状態が, 身体運動の1つである背筋力計の引き上げ運動にどのような影響を及ぼすかについて, 運動に対する熟練度の高いスポーツ人と一般人との2群を対象として, 咀嚼筋筋電図を同時記録しつつ検討を行なった。

その結果, 背筋力の引き上げ運動を「自由に」行わせた場合, 全被験者に咀嚼筋活動量が観察された。また, 噛みしめを指示した場合には, 背筋力値は必ずしも向上しなかった。

スプリントを装着して, 咬合支持の状態を変化させると, 背筋力値は「自由に」≒「全歯列型」>「臼歯部型」>>「前歯部型」の傾向を示し, 運動実行時に臼歯部の咬合支持による下顎位の安定性の重要性が明らかになった。

また, 一般人と比べスポーツ人は, どの状況下においても高い運動能力を示すことが明らかとなった。

I. 緒言

咬合は、歯科の分野とくに補綴学において最も重要な課題である。顎口腔機能における咬合の役割は大きく、咬合接触状態と顎運動および咀嚼筋活動、歯周組織、顎関節との関係について多くの研究、報告がなされてきた。近年は、咬合と全身機能の問題として、頭位と咀嚼筋活動の様相(河野ら¹⁾、佐藤²⁾、田中ら³⁾)、姿勢調節機能や自律神経機能への影響(富田⁴⁾、堀尾ら⁵⁾、小林⁶⁾、Ikedaら⁷⁾)など、研究範囲は多岐にわたっている。

また、スポーツの分野においても咬合機能との関連に関心がよせられ、コンタクト・スポーツによる傷害予防のためのマウスガード(大山ら⁸⁾、黒木ら⁹⁾、石島ら¹⁰⁾)や各種スプリント装着による運動能力の向上などの研究(大山ら¹¹⁾、宮原¹²⁾、佐藤ら¹³⁾、月村¹⁴⁾)が行なわれている。また、全身運動時における咬合接触の関与については、T-Scan(藤井¹⁵⁾)やMemory Wafer(石島ら¹⁶⁾)を口腔内に挿入して測定した結果や、身体運動に対するスプリント装着に対する効果について(藤井¹⁵⁾、石島ら¹⁶⁾)いくつかの報告がある。しかし、測定状態が通常の口腔機能環境と異なる可能性が考えられる実験方法であったり、対象とする身体運動の相違による測定結果の差異に対する配慮が、さらに必要なことが考えられる。

我々(石岡ら¹⁷⁾)はこれまでに、運動時の咀嚼筋活動の関与を知るために、身体運動を阻害しないようにテレメータ法を使用して、顎口腔系に無侵襲な状態で持続性身体運動時と相動性身体運動時の咀嚼筋EMGを測定し、咬合の関与の様相、およびスプリント装着による効果について検討を行い、咬合の変化が運動能力に影響を与えていることを確認している。

本研究ではさらに、身体運動のうち持続的運動として、背筋力計の引き上げ運動を対象として、咬合接触状態の変化が身体運動能力にどのような影響を及ぼすか追求することにした。このような咬合と身体運動の関係は、運動に対する熟練度の影響を受けると考えられることから、本研究においては、一般人およびスポーツ人を対象として施行することとした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、一般人とスポーツ人の2群として、前者としては顎口腔系に異常のない、年齢26~36歳のボランティア男性4名、後者としては三菱重工横浜製作所硬式野球部部員で、顎口腔系の健康な年齢19~23歳の男性、各群4名とした。

2. 被験運動と測定方法

本実験において負荷した身体運動は、背筋力計上での背筋力測定運動とし、同時に咀嚼筋筋電図も記録した。

測定に際しては、背筋力の測定規準に準じて、被験者は背筋力計(竹井機器工業製)の踏板の上に両足を約15cm離して立ち、膝と背を伸ばした状態で、上体が30度前方に傾くように鎖を調節した。また、引き上げ運動時に頭が後傾すると、重心が後方に移動して背筋力値に影響を与えるため、視線は踏板上に置き、運動実行中に変化させないように注意を与え、さらに衝撃的な引き上げを行わないように注意した(図1)。また、各運動実行毎に1分間の、また各セクション間に10分間の休憩を設定して、筋疲労が生じないように配慮した。背筋力測定は各条件下で2回の施行を行い、その平均値をもって評価の対象とした。

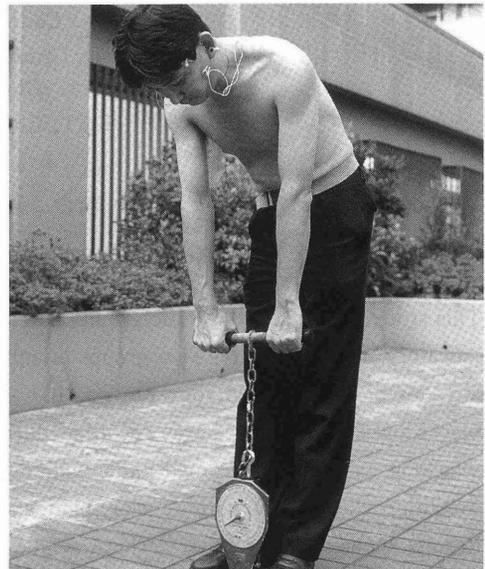


図1 背筋力計上での背筋力測定状態

3. 筋電図記録方法

咀嚼筋筋電図は、両側の咬筋浅層中央部および側頭筋前部から、双極Ag-AgCl表面電極により導出した(図2)。また背筋運動実行の確認のため、広背筋からも同時に同様に導出した。

筋電の導出にあたっては、身体に貼付した電極のリード線が、被験者の身体運動実行に障害を与えないようにするため、マルチテレメータ装置(日本光電社製 NT-613U)を使用して無線送信した。受信した筋電情報はデータレコーダ(SONY社製 FE-30A)に記録、後の分析に用いた。筋電図の記録条件は、時定数0.03秒、感度は0.5mv/div, high-cut 250Hzとした。

記録した筋電情報は全波整流後、時定数0.5秒で平滑化積分処理を行い、左右側の咬筋と側頭筋前部のRMS総合値を求めた。また、咀嚼筋の筋活動総合値の評価に

は、一般人4名の咬頭嵌合位における最大随意収縮(MVC)時の平均値を基準として、この値に対する相対値として規準化して評価に用いた。

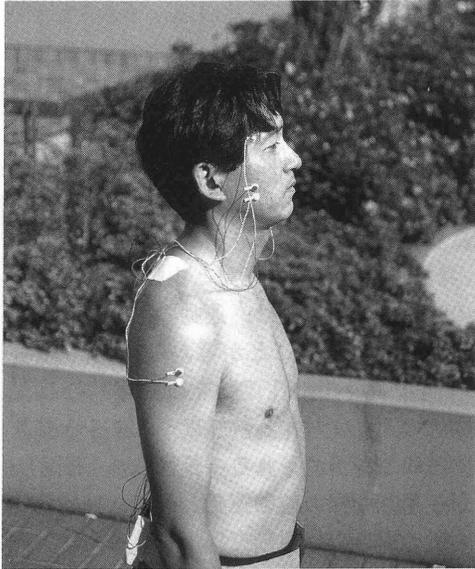


図2 咬筋, 側頭筋, 後背筋から導出した筋電はテレメータ法を使用して記録

4. 咬合面スプリント

歯牙接触状態の変化が背筋力に及ぼす影響を観察することを目的として、習慣性開口路上の約4mm咬合挙上した顎位において、上下顎歯列全体が接触する上顎レジンスプリントを製作した。このスプリントを左右側犬歯と第一小臼歯間で3分割して、全歯列接触型、臼歯部接触型、前歯部接触型の3種類のスプリントとして、実験に使用した(図3)。

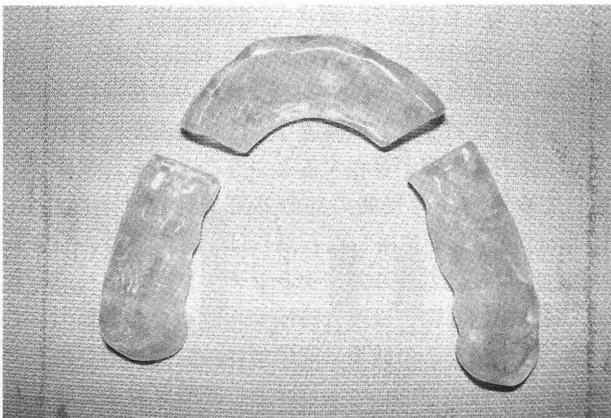


図3 3分割スプリント

実験に先立ち、製作したスプリントにはスタビライゼーション型スプリントの咬合接触状態(岩片ら¹⁸⁾)を与えるように、十分に咬合調整し、スプリント装着の違和感が実験結果に影響を与えないように配慮した。

Ⅲ. 結果

種々の条件下において測定を実施し、その時の咀嚼筋活動値を表1に、また背筋力値を表2に示す。

1. 「自由に」施行した結果

被験者が一番行いやすい自由な状態で、背筋力計の引き上げ運動を行わせた結果、一般人4被験者全員にMVCの22~64%(平均44%)の筋活動を認めた(表1)。また、スポーツ人4被験者全員にもMVCの31~82%(平均64%)の咀嚼筋活動を認めた(表1)。

表1 咀嚼筋活動量(%)

被験者	自由に	天然歯	開口時	全歯sprint	臼歯sprint	前歯sprint
一般人	A	64	75	0	95	90
	B	42	147	0	52	102
	C	48	97	0	57	63
	D	22	79	0	13	17
平均	44	100	0	54	68	32
スポーツ人	E	62	87	0	68	71
	F	31	78	0	66	66
	G	82	82	0	63	54
	H	81	138	0	64	58
平均	64	96	0	65	62	45

この時の背筋力値は一般人では、114.5~123.0Kg(平均118.0Kg)を示し、一方、スポーツ人では148.0~184.5Kg(平均166.9Kg)と一般人より平均値で48.9Kg高い値を示した(表2)。

表2 背筋力値(kg)

被験者	自由に	天然歯	開口時	全歯sprint	臼歯sprint	前歯sprint
一般人	A	114.5	81.2	91.0	122.5	123.5
	B	119.5	124.0	118.5	123.0	121.0
	C	123.0	105.5	118.5	126.5	121.5
	D	115.0	116.0	101.5	102.5	101.5
平均	118.0	106.7	107.4	118.6	116.9	
スポーツ人	E	159.5	157.5	152.0	167.0	162.0
	F	148.0	148.5	139.0	148.0	147.0
	G	175.5	162.5	130.0	167.5	149.5
	H	184.5	153.5	175.5	186.5	180.5
平均	166.9	155.5	149.1	167.3	159.8	

術者が被験者に特別な指示は与えず、「自由に」背筋力測定運動を実行させると、各群4名中それぞれ1名ではEMG値が22%, 31%と低値を示し、積極的な噛みしめとは考えられない現象がみられた。しかし、これらの被験者の背筋力は、115.0Kgと148.0Kgと、他の被験者と比較して必ずしも低い値ではなかった。

2. 噛みしめを指示した運動

運動実行時に意識的な噛みしめを指示すると、一般人の筋活動量は75~147%(平均100%)の値を示し(表1)、その時の背筋力値は、81.2~124.0Kg(平均106.7Kg)であった(表2)。

一方、スポーツ人の咀嚼筋活動量については、78~138%(平均96%)であり(表1)、その時の背筋力値は、

148.5~162.5Kg (平均155.5Kg) と、一般人に対しておよそ50%高い背筋力値を示した(表2)。

両被験者群ともに咀嚼筋活動量はMVCに近似した値を示し、上下顎の歯は確実に噛んでいるものの、背筋力値は前項の「自由に」と比較して必ずしも向上していない。

3. 開口を指示した運動

背筋力計引き上げ運動時に意識的に開口するように指示して、運動を実行させた場合には、咀嚼筋活動量は記録されなかった。一方背筋力値については、一般人では、91.0~118.5Kg (平均107.4Kg)、スポーツ人では、130.0~175.5Kg (平均149.1Kg) となり、すべての被験者において「自由に」よりも低値を示した(表2)。

4. スプリント装着による影響

1) 全歯列接触型スプリント

全歯列接触型スプリント装着して運動を実行させた場合、咀嚼筋活動量は一般人では13~95% (平均54%)、スポーツ人では63~68% (平均65%) であった(表1)。その時の背筋力値は、一般人では102.5~126.5Kg (平均118.6Kg)、スポーツ人では148~186.5Kg (平均167.3Kg) であった(表2)。

一般人では「自由に」運動を行った時と比べ、全被験者に2~11%の運動能力の向上が認められたのに対して、スポーツ人では、被験者1名に5%の運動能力の減少が、また1名は変化なく、残り2名に1~5%のわずかな運動能力の向上を観察した。

2) 臼歯部接触型スプリント

臼歯部接触型スプリント装着時における咀嚼筋活動量は、一般人で17~102% (平均68%)、スポーツ人においては54~71% (平均62%) であった(表1)。その時の背筋力値は、一般人で101.5~123.5Kg (平均116.9Kg)、スポーツ人では147~180.5Kg (平均159.8Kg) を示した(表2)。

この背筋力は「自由に」と比較すると、一般人で2名に1~15%の運動能力の減少が、残り2名に8%の運動能力の向上が認められた。また、スポーツ人では3名に1~15%の運動能力の減少を示し、1名は2%の向上を認めるように、各個人間に差異は存在するものの、ほぼ「自由に」に近似した値が得られた。

3) 前歯部接触型スプリント

前歯部接触型スプリント装着時において、咀嚼筋活動量は一般人では8~59% (平均32%)、スポーツ人では32~57% (平均45%) といずれも低値を示し(表1)、背筋力値も一般人で79~115.5Kg (平均101Kg)、スポー

ツ人では146~160Kg (平均152.5Kg) (表2) と、全8名の被験者のうち1名を除いて3~31%の背筋力の減少が記録された。

IV. 考察

1. 対象とした身体運動

身体運動は一般的に、有酸素運動と無酸素運動とに大別¹⁹⁾される。有酸素運動時には開口していることが考えられるが、一方、無酸素運動時には閉口状態で咬合の関与が考えられる。

また、身体運動は持続性運動と相動性運動に分類され、運動時の咬合接触の影響は、運動の種類により運動能力に与える効果の異なることが考えられる^{19,20)}。特に運動の実行時間が短い相動性運動を被験運動にした場合には、被験者の運動に対する熟練度やスキルが結果に大きく影響することが予測される(長家ら²⁰⁾、石岡ら¹⁷⁾)。

したがって、今回の被験運動として、持続性運動である背筋力計の引き上げ運動を採用し、その時に記録される背筋力値をもって1つの身体運動能力の評価値とした。

背筋力は筋力測定として一般的に行われている身体運動であり、上体を起こす動作中に観察される等尺性の最大筋力を記録したものである。このように背筋力は、背筋諸筋、肩、上腕諸筋の共同最大筋力であるが、身体の筋力を表している1つと考えられていることから、本研究の目的に合致するものであると考えられる。

2. 運動時の噛みしめの存在について

身体運動の実行時に上下顎の歯の接触が存在しているか否かは興味のあるところである。これまでに行なわれてきた研究(石島ら¹⁶⁾、藤井¹⁵⁾、佐藤ら¹³⁾)では、口腔内に、T-ScanのセンサーやMemory-waferを挿入して歯牙接触の有無を検索している。これらの方法は歯牙接触を判定するという点では確実なものであるが、運動実行中に口腔内に異物が存在するということから、被験者に対してなんらかの侵襲の加わる可能性が考えられる。Memory-waferを使用した石島らは、背筋力計の引き上げ運動時に被験者の6割にクレンチングが発現しているが、残りの約3割には咬合接触すら認めないと報告している。しかし、この結果は立位で10秒間意識的な最大クレンチング時のMemory-wafer上の接触点数と接触像とを、背筋力引き上げ運動時のそれと比較検討したものであることから、通常的身體運動時の口腔内環境と異なることが考えられる。

本研究においては、背筋力値と共に咀嚼筋活動値を同時測定していることから、この咀嚼筋活動の有無から運動実行中の噛みしめの存在について推測が可能である。

そこで被験者に与えた条件ごとに得られた咀嚼筋活動値と背筋力値について、一般人とスポーツ人の2群のそれぞれを図4、5に表示してみた。

すなわち、最大噛みしめと共に運動を実行時の筋活動量を100%とすると、開口状態を指示して運動を実行すると咀嚼筋EMGは0%を示す実験系において身体運動を実行させている。その結果「自由に」背筋力計の引き上げ運動を行うと、一般人では22~64%、スポーツ人では31~82%の咀嚼筋活動量を示すことから、各群に1名ずつには、背筋力測定時の噛みしめの存在が疑われるものの、すべての被験者に何らかの咬合接触が存在すると考えられる。

3. 咬合支持の影響

1) 意識的な噛みしめの効果

噛みしめを指示して背筋力測定を行った結果をみると、一般人で2名、スポーツ人1名に若干の運動能力の向上は認められたものの、その他8名中5名では「自由に」に対して、平均86.4%の背筋力しか得られていない。この事は身体運動時に最大噛みしめする行為が必ずしも身体運動能力の向上に寄与することなく、「自由に」のごとく、身体運動実行時の結果として咬合接触の存在することが有意であることを示している(図4、5)。

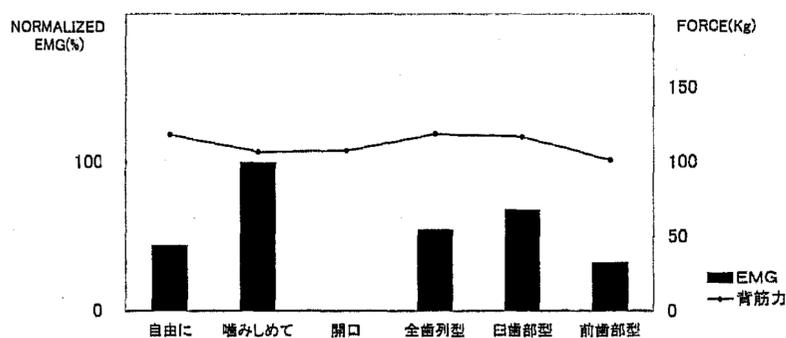


図4 咀嚼筋活動量と背筋力の関係 (一般人)

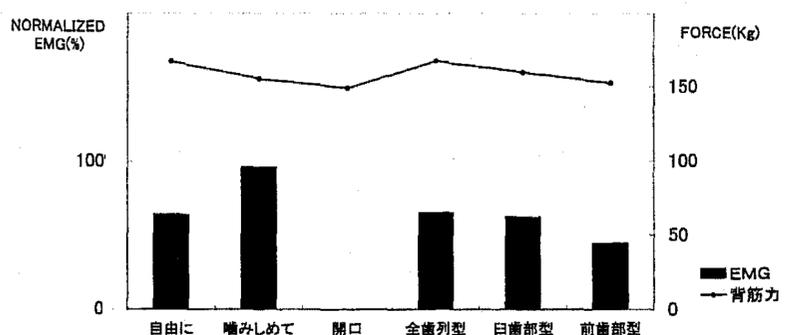


図5 咀嚼筋活動量と背筋力の関係 (スポーツ人)

噛みしめることで、脊髄中枢の反応により神経の興奮性が上昇し、関節を固定する伸縮両方の筋肉の収縮力が増大し、身体の安定性を保つ、等尺性運動に効果が高いと言われている¹⁰⁾。また、大山らは、ヒラメ筋のH反射より、噛みしめ時には有意にH反射の振幅が増大していることから、運動ニューロンを含む脊髄反射経路の興奮

が亢進していることで、下肢の筋の反射興奮性が上昇していることを、神経生理学的に示した(大山ら¹¹⁾、宮原¹²⁾)。しかし、運動実行時に主働筋以外の筋が興奮することは必ずしも運動能力の向上につながるものではなく、むしろ運動実行のスムーズさを欠き、能力の低下を引き起こす可能性がある。

本研究において意識的な行為である「開口」を指示すると、その運動能力は全員において「自由に」より低下し、背筋力は約9.4%も低い値を示している。これらのことから、咬合接触が存在し、下顎位の安定が得られることが、背筋力測定運動の遂行の向上に寄与することは明らかである。

2) スプリント使用による効果

各種スプリント使用による結果をまとめてみると、図4、5のごとく背筋力値は「自由に」≧「全歯列型」>「臼歯部型」>>「前歯部型」の傾向を示す結果が、一般人においてもスポーツ人においても得られている。

本実験におけるスプリント装着時の結果をみると、前歯部接触型において、積極的な運動能力の低下が咀嚼筋活動の低下と共に観察されている。咀嚼筋の等尺性活動は、咬合接触する部位によって噛みしめ時の顎のダイナミズムが大きく変化することにより、咀嚼筋活動量も大きく影響を受けることが報告されている(Medinaら^{21,22)})。すなわち、前歯のみの接触による噛みしめでは、下顎位が安定しないと同時に、咀嚼筋の効果的な筋活動が得られないと言う。

本研究において得られた結果は、Medinaらの示したメカニズムで説明され得るものであり、臼歯部による咬合支持は噛みしめ機能の向上のみだけではなく、身体運動の遂行にも大きな影響を持っていることが明らかになってきた。

3) 個人差について

全歯列型スプリントによる背筋力の向上は、一般人では全被験者の75%に認められたものの、スポーツ人ではその半数に認められるのみである。その一方で、前歯部型スプリントでは一般人に1名も背筋力の向上が認められないのに対して、前歯部で咬合する癖のあるスポーツ人1例に4%程度の向上が認められるように、個人によって咬合と身体運動に関与する様相は必ずしも一定ではない。

運動を意図することは、連合野で行われると考えられるが、その意図されたことは大脳皮質の運動野に伝えられる。運動野から錘体路を経て脳神経や脊髄の運動ニューロンにパターンとして伝えられ、筋はそのパターンに従った形で収縮する。パターンが運動野に発生するまで連合野で意図した通りの運動がなされているかどうかを

体験した神経回路網に前もって問う必要がある。運動は練習を重ねることにより、それぞれのパターンをあらかじめ大脳基底核、小脳歯状核や中位核にプログラムし、随意運動を意図した時に直ちにそのプログラムによるパターンが発生するようになる。その時には、末梢からの体性感覚を必要としないことで、巧みな運動は速やかに実行されると言われている²⁹⁾。

上記の事項をスポーツ人にあてはめて考えてみると、一般人に比較して、日頃のトレーニングが積み重ねられており、運動実行のプログラムがすでに確立されている。その為に、上下顎の接触状態を変化させることによって、被験者個人に形成された運動実行プログラムを破壊することなく、運動の遂行がなされているものと考えられる。

V. 結論

本研究の結果下記の事項が明らかとなった。

1. 背筋力の引き上げ運動を「自由に」行わせた場合、一般人およびスポーツ人の全被験者に咀嚼筋活動が観察された。しかし、各群1名づつに積極的な噛みしめとは考えられない現象がみられたものの、背筋力値は必ずしも低値ではなかった。
2. 噛みしめを指示した場合には、一般人およびスポーツ人共に咀嚼筋活動量はMVCに近似した値を示したものの、背筋力値は必ずしも向上せず、意識的な噛みしめは背筋力計引き上げ運動能力の向上に必ずしもつながらないことが明らかになった。
3. スプリントの効果については、背筋力値は一般人およびスポーツ人と共に、「自由に」≧「全歯列型」>「臼歯部型」>>「前歯部型」の傾向を示し、両群間および個人間に差があることが認められた。
4. 前歯部型スプリントで背筋力が低下するように、運動実行時に臼歯部の咬合支持の安定性の重要性が示唆された。
5. 一般人と比べスポーツ人は、どの状況下においても高い運動能力を示すことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 河野正司, 吉田恵一, 小林博, 三浦宏之: 咬合機能時にみられる胸鎖乳突筋の活動様相, 補綴誌, 31(3):764-769, 1987.
- 2) 佐藤康弘: 姿勢変化が咬合機能時の胸鎖乳突筋の活動に及ぼす影響について, 口病誌, 62:29-47, 1995.
- 3) 田中みか子, 蔵本 誠, 河野正司, 土田幸弘: 頭部後屈により最大開口量と顎二腹筋活動量は増加する, 補綴誌, 39:729-736, 1995.
- 4) 富田敏則: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究-実験的咬合干渉が姿勢, 特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響-, 補綴誌, 34:631-645, 1990.
- 5) 堀尾 強, 河村洋二郎: 姿勢の相違による咀嚼動作の変化とその機序に関する研究, 歯基礎誌, 30:524-532, 1988.
- 6) 小林義典: 咬合と自律神経系の機能, 別冊クインテッセンス「咬合の生涯維持」, 142-152頁, クインテッセンス出版, 東京, 1992.
- 7) Ikeda, K. Shingai, T. Yamada, Y. and Kohno, S.: Facilitation of adrenal sympathetic efferent nerve activity induced mechanical stimulation of teeth in the rat. Brain Res., 802:289-293, 1998.
- 8) 大山喬史, 篠塚 修, 鈴木るりほか: コンタクトスポーツにおけるカスタムメイドマウスガード, 日本歯科医師会雑誌, 44(5):576-586, 1991.
- 9) 黒木正克, 黒木克哉, 郷上 勲: コンタクトスポーツにおける顎口腔領域の外傷予防対策-ボクシング-, 臨床スポーツ医学, 9(10):1107-1110, 1992.
- 10) 石島 勉, 田中 収, 平井敏博: スポーツ歯学とマウスガード, 北海道歯科医師会誌, 46:79-83, 1991.
- 11) 大山喬史, 宮原隆雄, 鈴木るりほか: 咬合と競技力, 日本歯科医師会雑誌, 43(10):1255-1262, 1991.
- 12) 宮原隆雄: ヒトのヒラメ筋の噛みしめによる変調, 口病誌, 58(4):28-44, 1991.
- 13) 佐藤武司, 島田 淳, 宮田敏則ほか: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究 II-1 市販マウスガードと自家製レジンスプリントが握力および背筋力に及ぼす影響, 日大歯学, 62:789, 1988.
- 14) 月村直樹: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究-垂直的顎間関係位の変化が背筋力に及ぼす影響-, 補綴誌, 36:705-719, 1992.
- 15) 藤井佳朗: 全身状態の咬合に及ぼす影響について, デンタルマガジン, 71:63, 1991.
- 16) 石島 勉, 平井敏博, 今村 円ほか: 全身運動のクレンチングの発現頻度に関する研究, 補綴誌, 35:193-199, 1991.
- 17) 石岡 克, 河野正司, 佐藤康弘: 身体の持続性運動と相動性運動時に観察される咀嚼筋の活動様

- 相, 顎機能, 10:105-110, 1992.
- 18) 岩片信吾, 河野正司: 顎関節症のスプリント療法, DE, 134:23-25, 2000.
- 19) 東京大学身体運動科学研究所編: 教養としてのスポーツ・身体運動, 1-207頁, 東京大学出版会, 東京, 2000.
- 20) 長家秀博, 増原光彦, 松村新也: 咬合と筋運動の関係について(1), 体力科学, 36(6):513, 1987.
- 21) Medina, R. Tsuchida, Y. Salazar, A. Muramatsu, M. and Kohno, S.: Influence of the Location of the Bite Point on the Electrical Efficiency of Human Jaw Elevator Muscles, J. Japan Stomatognathic Association, 4, 161-172, 1998.
- 22) Medina, R. Tsuchida, Y. and Kohno, S.: Dependence of the recruitment and coactivation of jaw muscles on the bite point, In: (ed.: Y. Nakamura) Neurobiology of Mastication - From Molecular to Systems Approach -, p. 414-418, 1999. Elsevier Pub.Co.
- 23) 本間三郎: スポーツと神経, 「スポーツ医学」石河利寛, 松井秀治ほか(編), 23-47頁, 杏林書院, 東京, 1989.