

下顎全部床義歯圧接と下顎第1大臼歯全部金属冠装着動作の力のコントロールについての検討

佐藤拓実^{1,2)} 都野さやか¹⁾ 中村太¹⁾
野村みずき³⁾ 長谷川真奈¹⁾ 藤井規孝^{1,3)}

抄録：【目的】効率的に歯科治療を行うためには患者や患歯に適切な力を加えることも重要と考えられるが、客観的な指標が示されている処置はほとんどない。本研究では下顎全部床義歯の圧接（以下 DP）と下顎右側第1大臼歯全部金属冠の装着（以下 CS）を対象処置として、処置時に加える力の幅とそのバリエーションについて調査した。

【方法】被験者は令和3年度新潟大学医歯学総合病院歯科医師臨床研修Aプログラムを履修した研修歯科医18名とし、握力を測定してバラつきのないようにA、Bの2群に割り付けした。DPとCSにおける圧力の測定は、無歯顎および有歯顎模型（NIS-SIN）をフォースゲージ（IMADA社）付マネキンに取り付け、A群には圧力を5段階で変化させながら、B群に特に指示を与えずに最大圧力から徐々に増減させることによって行った。

【結果】握力とDP時の最大圧力に相関がみられた。また弱い圧力の範囲においてその直前より圧力が大きくなるミスが多くみられた。単回帰分析により、A群は同じ圧力ずつ減少、増加させることが可能であったが、B群は変化させる直前の圧力に対して一定の割合で減少、増加させていたことが分かった。

【結論】握力とDP時の圧力には密接な関係があり、最大圧力の10%以下の圧力ではコントロールが難しくなることが明らかになった。また、圧力のコントロールは一定の大きさあるいは割合で変化させる傾向があり、術者による傾向の差が認められた。

キーワード：歯科臨床技能教育 力のコントロール 義歯圧接 全部金属冠装着 握力

緒言

効率的に歯科治療を行うためには、手技や手順を理解するだけでなく患者や患歯に適切な力を加えることも重要であると考えられる。しかしながら、現行においては患者や患歯に加える力について、ポケット検査など一部を除いて客観的な指標が示されている処置はない。処置時の力のコントロールについては、その技能教育は確立されておらず、その習得にはそれぞれの臨床経験が寄与していると考えられるが明らかではないのが現状である。

近年歯学部卒業時や研修歯科医の臨床技能の低下が問題視されており^{1,2)}、それを改善するために歯学教育モデル・コア・カリキュラム³⁾や臨床研修プログラム⁴⁾の改訂が進められ、歯科臨床技能教育に関しても生涯研修に続くシームレスな体制の構築が求められている。このため、上記の現状は喫緊の課題であると考えられる。

これまでに歯科臨床技能教育については、姿勢^{5,6)}

や器具操作^{7,8)}に関していくつかの報告がなされており、モーション・キャプチャ・システムやVR（仮想現実）やAR（拡張現実）技術⁹⁾を応用した治療シミュレーション¹⁰⁾やインプラント支援システム¹¹⁾などが実用化されている。また、処置時に術者が患者あるいは患歯に加える力について、熟練者と学習者の違い¹²⁾や術者の握力や手長が与える影響が調査されている¹³⁾が、それらを技能教育に活かすための具体的な方法に言及した報告はみられない。そのため、加える力のコントロールを教育する前段階として、それぞれの術者が処置時に加えることができる力の大きさの幅、すなわちその大きさの変化を感じ取り、自覚的にコントロールできる力のバリエーションについて調査することが出発点の一つになると考えられる。そこで本研究では、下顎全部床義歯の圧接（以下 DP）と下顎右側第1大臼歯全部金属冠の装着（以下 CS）を対象処置として、被験者が加えることができる力の幅とそのバリエーションについて調査し、処置時の力のコントロールに対する教育方法への応用を検討することとした。

¹⁾ 新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療科（主任：藤井規孝教授）

²⁾ 新潟大学大学院医歯学総合研究科歯周診断・再建学分野（主任：多部田康一教授）

³⁾ 新潟大学大学院医歯学総合研究科歯科臨床教育学分野（主任：藤井規孝教授）

⁴⁾ General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital (Chief: Prof. Noritaka Fujii) 1-754 Asahimachidori, Chuo-ku, Niigata 951-8520, Japan.

⁵⁾ Division of Periodontology, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences (Chief: Prof. Koichi Tabeta)

⁶⁾ Division of Dental Clinical Education, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences (Chief: Prof. Noritaka Fujii)

対象および方法

1. 対象

被験者は本研究の趣旨を理解し、協力に同意を示した令和3年度新潟大学医歯学総合病院歯科医師臨床研修単独型プログラムで研修を行った研修歯科医18名(男性8名, 女性10名, 27.1 ± 3.5 歳)とした。

2. 計測方法

事前に両手の握力を握力計(株式会社CORVETTE, 和歌山県)(図1)にて各2回ずつ計測し, 握力の大きさが偏らないように両手の平均握力が大きい順に交互にA群, B群へ振り分けた。A, B2群各9名, それぞれ男性4名女性5名とし, A群を被験者番号1~9, B群を被験者番号10~18のように識別番号を付した。測定方法は文部科学省新体力テスト実施要項¹⁴⁾に依った。

下顎無歯顎模型(P9-X, 1133, ニッシン, 京都府, 東京都)と下顎右側第1大臼歯を支台歯形成した有歯顎模型(D18FE-500A (GUB)-QF, ニッシン, 京都府, 東京都)をフォースゲージ(ZTA-100N, IMADA社, 愛知県, レンジ100N, 最小分解能0.1N, サンプルングレート100Hz)付き改造マネキン(シンプルマネキンⅢ, ニッシン, 京都府, 東京都)に装着し, DP, CS時に加わる圧力を計測した(図2)。計測記録にはフォースゲージに接続したノートPCにインストールした専用の解析ソフト(フォースレコーダー, IMADA社, 愛知県)を使用した。

3. 実験手順

圧接方法は, DPでは両手の拇指を下顎第二小臼歯, 第一大臼歯相当部, CSでは右手の拇指を下顎第一大臼歯の全部金属冠に置き, 残り4指で下顎下縁を想定した金属フレームを把持するように指示した。

はじめに本研究で設定したDP, CSの装置に対して圧接を行う際に被験者が加えられる最大の圧力を計測した。力の加え方(バリエーション, 以下VAR)は①最大圧力から最小圧力まで徐々に弱めて圧接する(task1)と②最小圧力から最大圧力まで徐々に強めて圧接する(task2)の2種類とした。このときA群は5段階で圧力の加え方を変化させるように指示したのに対し, B群には特に指示を与えなかった(task1, 2)。さらにB群は①の条件で, 前回の試技で被験者が加えた圧力との差分を減弱させる, すなわち加えた力の各段階を均等化するように指示しながら, 計測を行った(task3)。task1はDP(図3)とCS(図4)の両方を計測し, task2, 3はDPのみ計測を行った(図5)。計測について最大圧力の計測はtask1とtask2で各1回ずつ, VARの計測はDP, CSそれぞれ各taskで3回ずつ行い, A群は計12回, B群は計15回圧接を行った。Task1のDP, CSの試技は同日に行い, task2, task3はその1週間後に行った。筋疲労を考慮



図1 握力計



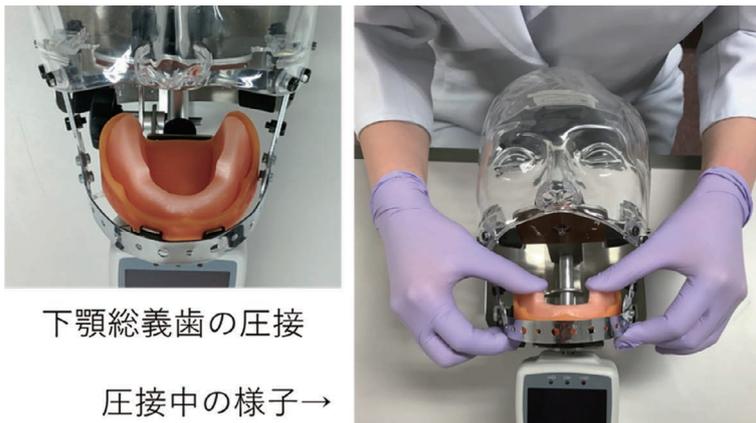
図2 実験環境

して各圧接間は3分間のインターバルを設けた。VARの計測では, 段階ごとに圧接を行った後は装置から手を離すように指示した。VAR1セットをtask1-1やtask1-2のようにtask名と試行回数で表記した。

4. 分析パラメータと分析方法

分析パラメータは両手の握力の平均値と右手の握力, DP, CSの最大圧力, 個別圧力, 段階数とした。

個別圧力は1回の圧接試技の中で複数段階に変化させる圧力それぞれの計測値を用いて算出した。すなわちA群では1回の圧接試技中に5つ, B群では被験者毎に異なる数の個別圧力の数値を得た。さらに各被験者の圧接様式を比較するために, 各圧接試技で最大



下顎総義歯の圧接

圧接中の様子→

図 3 DPの様子



#46 全部金属冠の圧接

圧接中の様子→

図 4 CSの様子

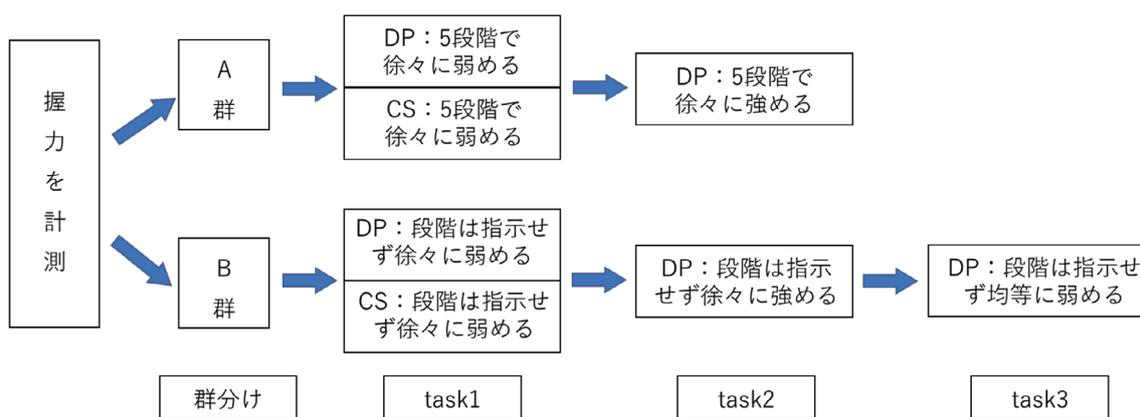


図 5 実験手順

の圧力を示した個別圧力を 100 として、それぞれの個別圧力が該当する割合 (%) を算出した。(図 6)。

また、A 群で 5、B 群では数は指定せずに複数の段階に変化させることを指示した圧力のうち、指示どお

りに強弱のコントロールができていない試技をミスとして扱い、実験手順の①では1つ前の段階より個別圧力が大きくなったもの、実験手順の②では1つ前の段階より個別圧力が小さくなったものに加え、1つ前の

	1回目	2回目	3回目		1回目	2回目	3回目
1段階	92.4	106.3	106.6	➡	100.0	100.0	100.0
2段階	45.5	51.8	63.1		49.2	48.7	59.2
3段階	31.6	32.2	33.3		34.2	30.3	31.2
4段階	21.1	24.4	23.7		22.8	23.0	22.2
5段階	2.8	6.7	4.6		3.0	6.3	4.3

↑ ↑ ↑
92.4 106.3 106.6
で割って100を掛ける

1段階の比として分析する

図 6 パラメータの処理方法

1段階	100.0	➡	1段階	100.0
2段階	66.5		2段階	66.5
3段階	48.3		3段階	48.3
4段階	37.9		4段階	37.9
5段階	40.4		5段階	31.9
6段階	31.9		6段階	26.4
7段階	26.4		7段階	23.0
8段階	23.0		8段階	16.8
9段階	16.8		9段階	10.9
10段階	19.7		10段階	7.8
11段階	10.9		11段階	6.4
12段階	10.2			
13段階	7.8			
14段階	6.4			

ミス削除する

図 7 パラメータの処理方法

段階の個別圧力との差が当該圧接試技の最大圧力の1%未満になったものを、分析の対象データから除外した(図7)。

得られた結果は握力と最大圧力について正規性の検定であるシャピロ=ウィルク検定を行い、男女間、各群間について Mann-Whitney's U 検定を用いて有意差の有無を比較した。また、握力と最大圧力、B群のVARにおける段階数とミスの回数について無相関の検定を行い、相関係数を算出するとともに全てのミスを個別圧力の大きさの順に並べ、積み上げグラフを作成した。さらに各VARの個別圧力に関する単回帰分析を行い、圧力の加え方についてパターン分類を行った。各検定の有意水準はそれぞれ0.05とした。統計解析には BellCurve for Excel (社会情報サービス、東京都)を使用した。

なお、研究は新潟大学歯学部倫理委員会の承認(26-R55-03-13)を得て行った。

結 果

以下 [中央値] ([第一四分位数] - [第三四分位数]) [単位] で示す。

task1 の被験者番号 2, task3 の被験者番号 16 には計測の不備がみられた。被験者番号 3, 4, 15 については研修プログラムの関係上 task1 から 1 週間以上期間が空くため task2, 3 の計測を行わなかった。以上の理由により、これらのデータは分析に含めなかった。

1. A, B 群間、および男女間での比較 (表 1, 2, 図 8)

右手と両手の平均握力は、A 群右手 31.2 (26.5-40.6) [kgw], 両手 30.9 (26.3-38.4) [kgw] に対して B 群右手 30.9 (25.5-41.3) [kgw], 両手 29.0 (26.4-36.2) [kgw] であった。DP の最大圧力は A, B 群でそれぞれ 113.6 (88.5-121.6) [N] と 102.9 (77.4-114.8) [N], CS 時の最大圧力は A, B 群でそれぞれ 48.1 (40.4-57.4) [N] と 48.9 (44.9-62.0) [N] であり、いずれも有意な差を認めなかった (表 1)。

task1 の計測結果において DP と CS に同様の傾向を認めたため、task2, 3 は DP のみ計測を行った。

右手と両手の平均握力は、男性群の右手 42.0 (39.5-46.7) [kgw], 両手 39.2 (35.7-43.1) [kgw] に対して女性群は右手 26.2 (25.2-30.2) [kgw], 両手 26.3 (24.6-28.8) [kgw] であり、いずれも男性が大きい値を示すと共に群間で有意な差を認めた (右手 $P < 0.001$, 両手 $P = 0.001$)。DP と CS 時の最大圧力については男性群 DP 109.8 (96.7-116.2) [N], CS 49.5 (46.4-58.2) [N], 女性群 DP 99.8 (65.7-123.2) [N], CS 48.9 (41.0-59.5) [N] であり、それぞれの群間に有意な差はみられなかった (表 2)。

2. 握力と最大圧力の相関について (表 3)

両手の平均握力と DP の最大圧力において相関係数 $r = 0.64$ の相関を認めた ($P = 0.005$)。一方で右手の握力と CS の最大圧力の間に相関はみられなかった。

3. B 群の段階数とミスについて (表 4, 図 9, 10)

Task1 では DP の段階数は最多が 21 回、最少が 5

表 1 A, B 群, 全体の握力と DP, CS における最大圧力

	右手握力	両手握力	DP 最大圧力	CS 最大圧力
全体	31.1 (26.0-41.1)	30.2 (26.3-37.8)	108.5 (79.8-116.9)	48.9 (44.0-59.5)
A	31.2 (26.5-40.6)	30.9 (26.3-38.4)	113.6 (88.5-121.6)	48.1 (40.4-57.4)
B	30.9 (25.5-41.3)	29.0 (26.4-36.2)	102.9 (77.4-114.8)	48.9 (44.9-62.0)
p 値	p = 0.86	p = 0.73	p = 0.16	p = 0.72

[中央値] ([第一四分位数] - [第三四分位数]) 単位は [N]

表 2 男, 女, 全体の握力と DP, CS における最大圧力

	右手握力	両手握力	DP 最大圧力	CS 最大圧力
全体	31.1 (26.0-41.1)	30.2 (26.3-37.8)	108.5 (79.8-116.9)	48.9 (44.0-59.5)
男	42.0 (39.5-46.7)	39.2 (35.7-43.1)	109.8 (96.7-116.2)	49.5 (46.4-58.2)
女	26.2 (25.2-30.2)	26.3 (24.6-28.8)	99.8 (65.7-123.2)	48.9 (41.0-59.5)
p 値	**p < 0.001	**p < 0.001	p = 0.25	p = 0.50

[中央値] ([第一四分位数] - [第三四分位数]) 単位は [N]

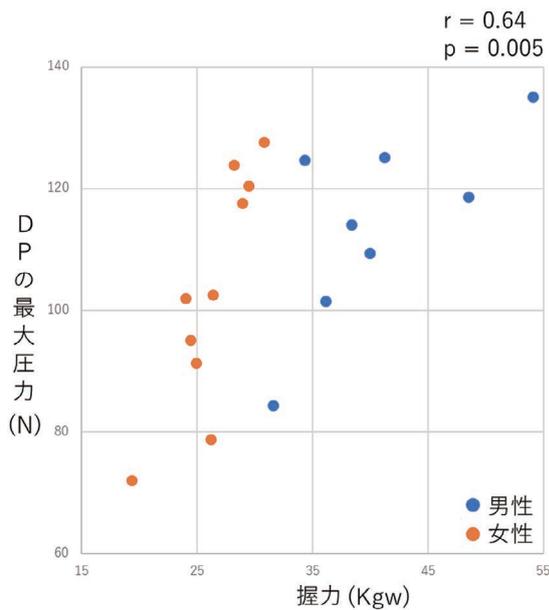


図 8 握力と DP の最大圧力

回, CS の段階数は最多が 15 回, 最少が 6 回, task2 では最多が 19 回, 最少が 6 回, task3 では最多が 15 回, 最少が 3 回であった。ミスの最多回数は task1 で 6 回, task2 で 4 回, task3 が 5 回で最少はいずれも 0 回だった (表 4)。ミスを除外する前の段階数とミスの回数に間に相関を認め, 相関係数 $r=0.69$ であった ($p < 0.001$) (図 9)。ミスの 50% は最大圧力の 5% 以下の繊細なコントロールを行う際にみられ, 80% 程度が最大圧力の 10% 以下の力のコントロールにおいて認められた。最大圧力の 25% 以上の力のコントロールではほとんどミスは生じていなかった (図 10)。

4. 各 VAR の個別圧力における圧力の加え方について (表 5, 6, 図 11-14)

各試技における個別圧力の変化の様相を調査するために, A, B 群の結果について単回帰分析を行い, 1 次式 $y=ax+b$ と指数関数 $y=ba^x$ に対する適合性を確認した。

A 群の被験者は task1, 2 のすべての試技において 1 次式 $y=ax+b$ に適合した ($R>0.9$)。一方, B 群では task1, 3 の試行で指数関数 $y=ba^x$ に適合する ($R>0.9$) 被験者が多く, task2 では 1 次式 $y=ax+b$ 適合する ($R>0.9$) 被験者が多かった。

A 群では回帰式 $y=ax+b$ において, a の値は task1 の DP 時で -17.1 (-20.6 - -15.3), CS 時で -16.4 (-20.9 - -15.2), task2 では 17.8 (17.3 - 19.1) であった。B 群の task1 および 3 は回帰式 $y=ba^x$ において, a の値は task1 の DP 時で 0.69 (0.64 - 0.73), CS 時で 0.69 (0.66 - 0.73), task3 では 0.79 (0.70 - 0.81) であった。B 群の task2 では回帰式 $y=ax+b$ において, a の値は 11.9 (9.4 - 12.5) であった (表 5, 6)。

考 察

1. A, B 群間, および男女間での比較

DP は両手, CS は片手 (右手) で行う処置に相当するため, 握力の大きさによる群分けは行う処置によって変更する必要があると考えられたが, 今回振り分け方法では結果的に右手の握力においても A 群, B 群で偏ることがなかった (表 1)。しかし, 本研究の被験者とは異なる集団を扱う際はこの限りではないため, 今後検討が必要と思われた。今回は被験者の最大握力を文部科学省新体力テストの方法⁶⁾を用いて計

表 3 各 task での 1 回の試行における最大圧力と最小圧力

	A		B	
	最大圧力	最小圧力	最大圧力	最小圧力
task1DP	112.9 (93.8-127.5)	4.6 (2.5-10.0)	99.1 (84.7-120.4)	2.1 (1.4-3.8)
task1CS	56.5 (49.2-62.6)	5.5 (2.3-10.6)	54.6 (49.0-63.1)	0.9 (0.5-2.1)
task2	113.4 (98.0-127.2)	46.7 (14.9-51.8)	110.6 (88.3-117.3)	4.4 (2.3-15.2)
task3			110.0 (79.5-115.1)	10.3 (5.2-16.8)

[中央値] ([第一四分位数] - [第三四分位数]) 単位は [N]

表 4 各 task での 1 回の試行における力の幅とミス回数

	task1DP			task1CS			task2			task3		
	処理前	処理後	ミス	処理前	処理後	ミス	処理前	処理後	ミス	処理前	処理後	ミス
中央値	11	9	2	11	9	1	9	9	0	7	7	0
最多回数	21	15	6	15	14	6	19	16	4	15	11	5
最少回数	5	5	0	6	6	0	6	6	0	3	3	0

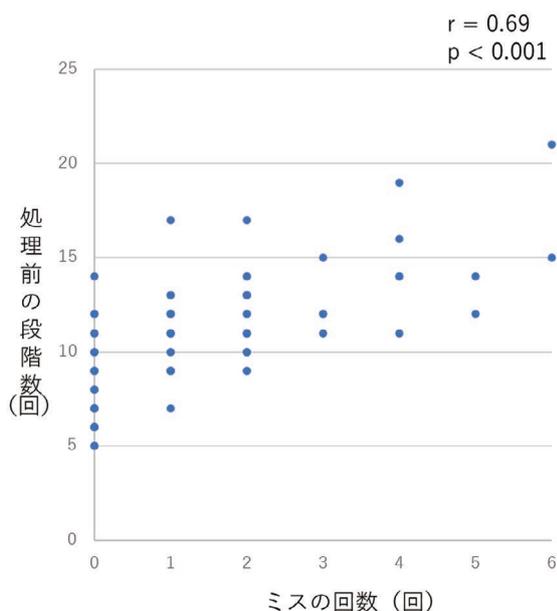


図 9 B 群のミスの除去前の段階数とミスの回数

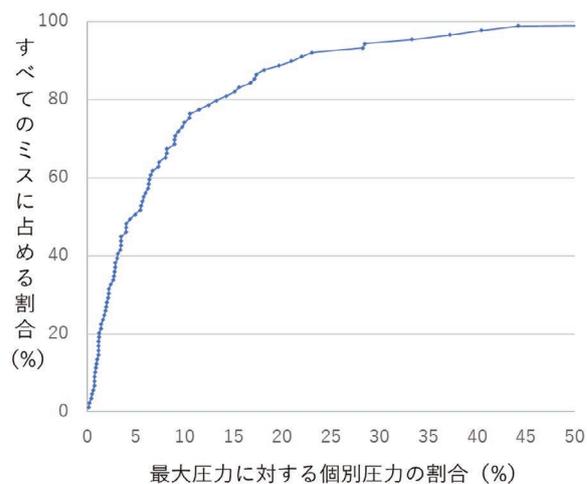


図 10 ミス時の個別圧力の積み上げ図

測したが、握力の測定数値は立位、座位、上肢関節の屈曲・伸展、握力計の握り幅、測定回数などに影響を受けると考えられている⁷⁾ ため、計測環境の標準化は必須と考えられる。

右手、両手の平均握力は共に男性のほうが大きかったが、DP、CSの最大圧力では男女で有意差はみられなかった(表2)。この結果からDP、CSの力のコントロールについては、男女の別により指導や教育方法をカスタマイズする必要はないことが示された。

義歯の圧接については本研究の状況設定は一般的で

あるが、全部金属冠の装着については手指による圧接ではなく、クラウンセッターを使用する方法、割りばしとマレットを用いる方法などがあるが、本学での指導では手指による圧接後にワッテなどを介して咬合させる方法を採用しているため、本実験もこれに倣った。

2. 握力と最大圧力の相関について

両手の平均握力とDPの最大圧力の間に相関がみられたが、握力25~40kgw程度の被験者に圧力が大きくなるに連れて近似直線から外れるケースを多く認めた(図8)。このことは、最大握力に近いあるいはそれ

表 5 task1 の回帰分析による回帰式の重相関係数と係数, 切片, P 値

群	被験者	task1DP					task1CS				
		回帰式	R	a	b	p 値	回帰式	R	a	b	p 値
A	1	$y=ax+b$	0.99	-14.9	95.9	<0.01	$y=ax+b$	0.97	-15.3	103.6	0.014
	2	$y=ax+b$	0.93	-14.4	66.0	0.022					
	3	$y=ax+b$	0.97	-19.1	77.4	<0.01	$y=ax+b$	0.99	-15.8	71.5	<0.01
	4	$y=ax+b$	0.98	-15.3	66.1	<0.01	$y=ax+b$	0.98	-21.9	102.8	0.012
	5	$y=ax+b$	1.00	-23.4	94.1	<0.01	$y=ax+b$	0.97	-24.7	96.9	0.016
	6	$y=ax+b$	0.96	-21.1	99.3	0.021	$y=ax+b$	0.94	-20.6	104.6	0.030
	7	$y=ax+b$	0.98	-17.1	77.5	<0.01	$y=ax+b$	0.98	-14.7	85.7	<0.01
	8	$y=ax+b$	0.96	-20.6	90.3	0.021	$y=ax+b$	0.96	-16.9	75.7	0.021
	9	$y=ax+b$	0.98	-17.1	77.5	<0.01	$y=ax+b$	0.98	-14.7	85.7	<0.01
	A 群平均	$y=ax+b$	1.00	-18.1	82.7	<0.01	$y=ax+b$	0.99	-18.1	90.8	<0.01
B	10	$y=ba^x$	0.99	0.69	62.9	<0.01	$y=ba^x$	0.99	0.71	90.5	<0.01
	11	$y=ba^x$	0.99	0.78	80.1	<0.01	$y=ba^x$	0.98	0.80	84.3	<0.01
	12	$y=ba^x$	1.00	0.58	106.3	<0.01	$y=ba^x$	1.00	0.61	104.6	<0.01
	13	$y=ba^x$	0.99	0.64	89.3	<0.01	$y=ba^x$	0.99	0.65	67.3	<0.01
	14	$y=ba^x$	0.99	0.70	76.0	<0.01	$y=ba^x$	0.99	0.72	68.8	<0.01
	15	$y=ba^x$	0.99	0.78	96.4	<0.01	$y=ba^x$	0.99	0.75	98.6	<0.01
	16	$y=ba^x$	1.00	0.42	116.5	<0.01	$y=ax+b$	0.98	-12.3	58.9	<0.01
	17	$y=ba^x$	1.00	0.67	61.5	<0.01	$y=ba^x$	0.98	0.67	77.7	<0.01
	18	$y=ba^x$	0.99	0.73	132.4	<0.01	$y=ba^x$	0.95	0.67	99.8	<0.01
	B 群平均	$y=ba^x$	0.92	0.78	61.0	<0.01	$y=ba^x$	0.96	0.76	65.4	<0.01

表 6 task2, 3 の回帰分析による回帰式の重相関係数と係数, 切片, P 値

群	被験者	task2					task3				
		回帰式	R	a	b	p 値	回帰式	R	a	b	p 値
A	1	$y=ax+b$	0.92	16.7	19.8	<0.01					
	2										
	3										
	4										
	5	$y=ax+b$	0.97	17.6	2.8	<0.01					
	6	$y=ax+b$	0.93	19.7	-15.4	<0.01					
	7	$y=ax+b$	0.95	17.2	15.2	<0.01					
	8	$y=ax+b$	0.98	18.0	1.3	<0.01					
	9	$y=ax+b$	1.00	19.4	1.5	<0.01					
	A 群平均	$y=ax+b$	0.98	17.9	6.4	<0.01					
B	10	$y=ax+b$	0.99	7.4	-12.6	<0.01	$y=ax+b$	0.99	-13.3	96.0	<0.01
	11	$y=ax+b$	1.00	9.9	-9.6	<0.01	$y=ax+b$	0.98	-10.7	88.6	<0.01
	12	$y=ax+b$	0.98	12.4	7.5	<0.01	$y=ax+b$	1.00	-14.5	84.8	<0.01
	13	$y=ax+b$	0.99	12.7	-6.0	<0.01	$y=ba^x$	0.97	0.53	133.6	<0.01
	14	$y=ax+b$	1.00	8.8	9.1	<0.01	$y=ba^x$	0.98	0.81	94.6	<0.01
	15										
	16	$y=ba^x$	0.99	1.57	4.6	<0.01					
	17	$y=ax+b$	1.00	14.0	18.3	<0.01	$y=ba^x$	0.98	0.79	88.7	<0.01
	18	$y=ax+b$	1.00	11.9	2.9	<0.01	$y=ba^x$	0.97	0.70	92.0	<0.01
	B 群平均	$y=ba^x$	0.99	1.24	13.1	<0.01	$y=ba^x$	0.97	0.75	93.1	<0.01

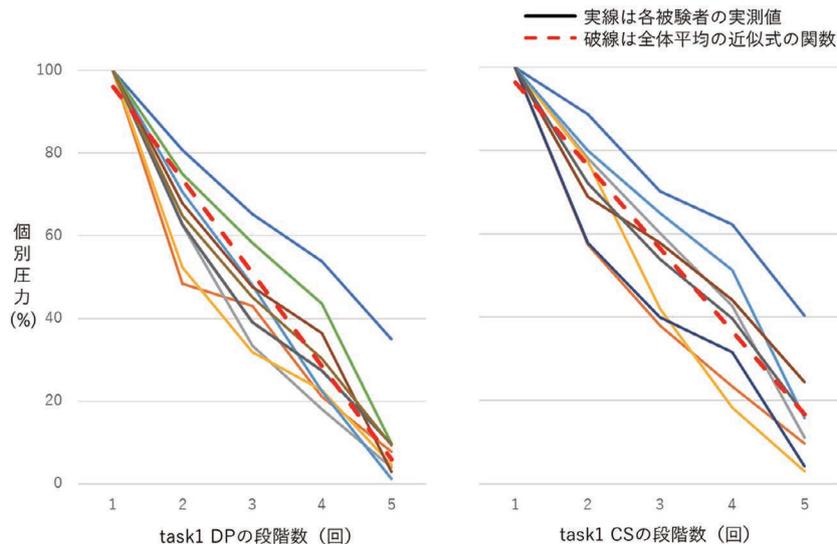


図 11 A 群の task1 の段階数における個別圧力

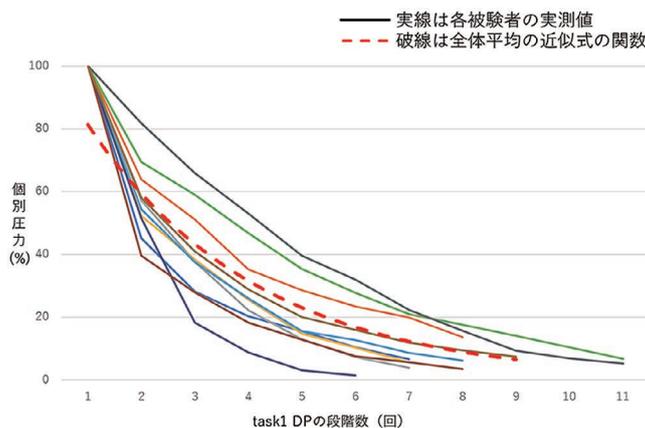


図 12 B 群の task1 DP の段階数における個別圧力

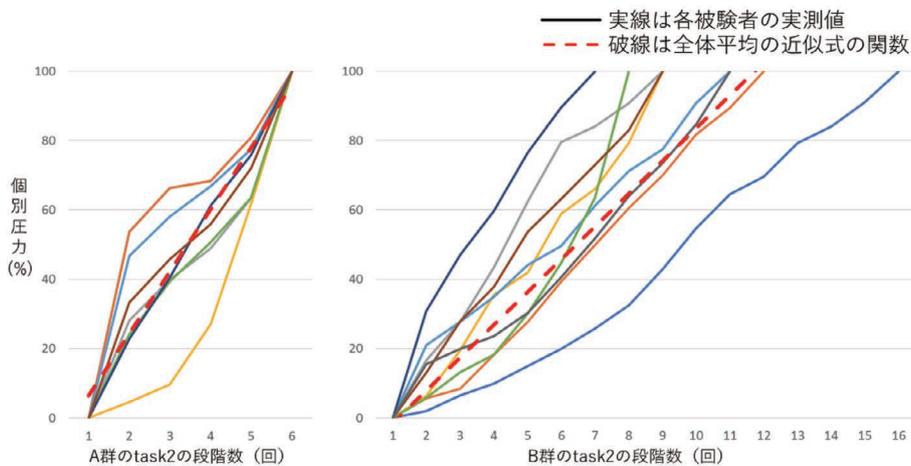


図 13 A, B 群の task2 の段階数における個別圧力

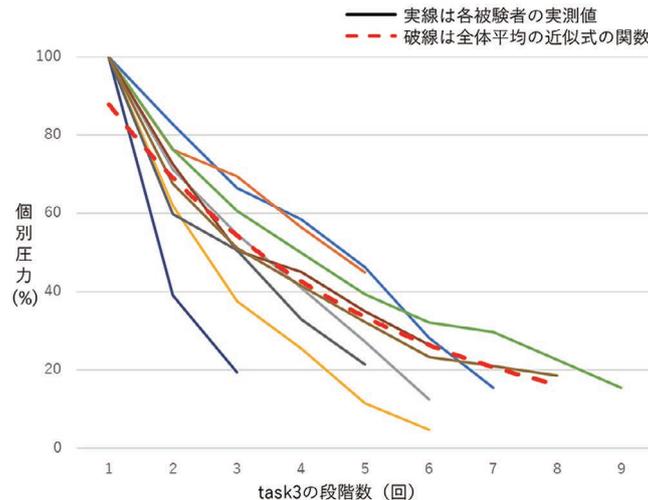


図 14 B 群の task3 の段階数における個別圧力

を超える圧接力が求められる領域では本人の意識と実際の間乖離が生じることを示しており、我々が過去に報告した内容¹³⁾の補足説明に相当すると考えられた。

3. B 群の段階数とミスについて

力をコントロールする段階の数が増える、すなわち加える力を細かく調整しようとするミスが起きやすくなることが明らかになり (図 9, 10), それぞれが扱える力の大きさの幅に関連して細かなコントロール能力も異なることが示された。関ら¹⁵⁾は握力の調節能力と経験したスポーツには相関を認め、スポーツの種類によって結果が異なることを報告している。歯科治療の把握処置についても同様の傾向があることが予想されるため、今後の調査課題と考えられた。

4. 各 VAR の個別圧力における圧力の加え方について

単回帰分析の結果を表す 1 次式 $y = ax + b$ において、A 群の結果ではコントロールの段階数を 5 回に設定したため、本研究では $|a| = 20$ に近いほど高精度に力をコントロール出来ていたと考えることができる。今回の結果では、task1, 2 それぞれで $|a| = 17$ 近辺の値を示す被験者が多かったため (表 5, 6), ほとんどの被験者が 5 段階の均等な力のコントロールをイメージし、それを体現していたことが明らかになった。一方で徐々に同じだけ圧力を増減させる場合と異なり、最大圧力に対して自由に想定した大きさに合わせる力のコントロールは容易ではないことが示された。これは重谷ら¹⁶⁾の握力のグレーディング能力の結果と矛盾しない。

B 群の単回帰分析の結果において、圧力を弱める方法の task1, 3 では task3 は均等に弱めるように指示したにも関わらず、task1 同様に指数関数 $y = ba^x$ に適合した (表 5, 6)。このため、明確な段階分けを指示せず徐々に圧力を弱める試技においては、それぞれの被験者が直前の試技に対する割合をイメージして圧

接している可能性が高いと考えられた。また、task1, 3 では $a = 0.7$ 近辺の値を示す被験者が多かったため、この条件下では直前の試技から概ね 7 割程度の圧力をイメージして徐々に圧力を弱めていく被験者が多いことが示された (表 5, 6)。一方で少しずつ圧接力を上げる task2 では、1 次式 $y = ax + b$ に適合する被験者が多く、力を減弱させるより増大させることの方が明確なイメージを形成しやすいことが示された (表 6)。

以上より、細かく力の変化をコントロールすることは容易ではなく、最小圧力付近における微細な力のコントロールや減弱方向への力のコントロールは難しいことが示唆された。しかし、佐藤らの報告¹⁷⁾での握力と同様に、歯科治療処置の把握動作のトレーニングによって力の大きさを等間隔に減弱させることは可能であり、具体的な段階数を示すことでより正確になると思われた。

義歯の適合診査材料に対する物性^{18, 19)}や、被切削体に与える影響²⁰⁾など理工学的見地から力の大きさを検討した報告は多く見られるが、処置時に加える力の大きさに言及した報告はほとんどみられず、ルートプレーニング時のスケーラーの側方圧²¹⁾や、切削圧と発熱による歯髄為害性²²⁾、支台歯形成時の切削圧²³⁾についてなど、オーバートリートメントの防止を目的とした報告が主である。

本研究ではクロスオーバー試験を採用していない。これはあらかじめ段階数を設定した群と設定していない群で、実験条件を入れ替えた際にその教示が影響することが考えられたためである。さらには本研究では対象を経験年数の浅い研修歯科医としたが、熟練歯科医師との比較を行うことで力のコントロール様式の違いについても検討する必要がある。原らの結果¹²⁾は指導歯科医が処置時に適切であると思う力の大きさを計

測したものであり, この結果と本研究とを比較検討することも有効であると考えられるため, 今後の課題と思われた。

また, 本研究の限界として圧接の際の力のコントロールについてのイメージを調査できていないことが挙げられる。これに対しては, アンケート調査の併用などが考えられるため, 今後予定している器具の操作を行う際の力のコントロールを調査する際の改善点としたい。

結 論

下顎全部床義歯の圧接, 並びに下顎第一大臼歯の全部金属冠の圧接など比較的大きな力を要する処置において, 一定の大きさで圧接する圧力を減弱, あるいは増強する能力は具体的な指示を与えることやトレーニングによって習得できることが示唆された。また, 段階など力を変化させる回数を指定する場合と指定しない場合では, 圧力変化の様相が異なり, 繊細な力に変化を加えることは難しいことが明らかになった。

本論文の内容には開示すべき利益相反は含んでいない。また, 結果の一部は第14回日本総合歯科学会総会・学術大会(2021年, 10, 11月, web開催)において発表した。

文 献

- 1) 文部科学省. 歯学教育の改善・充実に関する調査研究協力者会議第1次報告. http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/iryuu/1324090.htm (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 2) 文部科学省. 歯学教育の改善・充実に関する調査研究協力者会議第1次報告を踏まえた第3回フォローアップ調査まとめ. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/035/toushin/1369448.htm (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 3) 文部科学省. 歯学教育モデル・コア・カリキュラム(平成28年度改訂版). https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/15/1325989_29_02.pdf (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 4) 厚生労働省. 歯科医師臨床研修の到達目標. <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/shikarinsyo/gaiyou/kanren/sekou/toutatsuhtml> (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 5) 井上正義. 歯科診療時の基本姿勢 人間工学. *The Japanese Journal of Ergonomics* 2009; 45: 157-162.
- 6) 添田 廣. 窩洞形成のシステム化のための人間工学的研究. *日歯保誌* 1983; 26: 78-102.
- 7) 佐藤拓実, 中村 太, 林 豊彦, 奥村暢旦, 藤井規孝, 他. 光学式モーションキャプチャ・システムによる人工歯切削動作の定量的解析. *日歯教誌* 2020; 36: 11-20.
- 8) 中村 太, 佐藤拓実, 原さやか, 野村みずき, 奥村暢旦, 他. 光学式モーションキャプチャ・システムを用いた浸潤麻酔および印象採得動作の定量的解析. *日総合歯学会誌* 2020; 12: 27-34.
- 9) 登尾啓史, 河本裕介, 辰巳智昭, 朝野美穂, 佐々木大

輔, 他. 複合現実感を用いた歯科シミュレータにおけるヒューマンインターフェースソフトウェアの開発. *VR医学* 2010; 8: 11-21.

- 10) リアライズ・モバイル・コミュニケーションズ株式会社. MR(複合現実)技術を活用した歯科治療シミュレーションシステム. https://www.realize-mobile.co.jp/case/morita_mr/ (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 11) ノーベル・バイオケア・ジャパン株式会社. X-Guide. <https://www.nobelbiocare.com/ja-jp/x-guide> (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 12) 原さやか, 佐藤拓実, 中村 太, 石崎裕子, 伊藤晴江, 他. 研修歯科医と指導歯科医の歯科治療時の力のコントロールに関する研究. *日歯教誌* 2019; 35: 3-10.
- 13) 原さやか, 佐藤拓実, 中村 太, 野村みずき, 石崎裕子, 他. 研修歯科医の身体的特徴が歯科治療時の力のコントロールに与える影響. *日総合歯学会誌* 2020; 12: 19-26.
- 14) 文部科学省. 新体力テスト実施要項 https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_03.pdf (最終アクセス日 2022. 6. 17).
- 15) 関 耕二, 永島慎也, 柳川美磨, 松本慎吾, 安井博志. 運動経験が握力グレーディングに及ぼす影響について. *地域学論集* 2010; 7: 133-139.
- 16) 重谷将司, 出村慎一, 青木宏樹, 川端 悠, 杉浦宏季, 他. 事前練習が握力発揮のグレーディング能力に及ぼす影響. *体育測定評価研究* 2015; 14: 21-26.
- 17) 佐藤彰紘, 金野達也, 矢崎 潔. 健康成人における筋収縮様式の違いによる把持力調整能力の比較—把持力調整能力測定機器 iWakka を用いた検討—. *目白大学健康科学研究* 2017; 10: 15-21.
- 18) 森戸光彦, 三輪悦子, 丸谷久美子, 滝新典生, 尾花甚一. 適合診査用ホワイト・シリコーンの物理的な性質について 第1報 荷重量と径の非膜厚さに与える影響について. *補綴誌* 1979; 23: 499-503.
- 19) 三輪悦子, 高橋宏嘉, 滝新典生, 森戸光彦, 細井紀雄, 他. 適合診査用ホワイト・シリコーンの物理的な性質について 第2報 被圧縮度の相違が非膜厚さに与える影響について. *補綴誌* 1980; 24: 359-366.
- 20) 土田彩加. 矯正用レジンの補修時のクラック発生に関する研究 切削圧と水中浸漬時間による影響. *日歯大東京短大誌* 2016; 6: 120-123.
- 21) 石塚泰也, 長田 豊, 石川 烈. スケーリング, ルートプレーニングに関する研究—スケーラーの鋭さに及ぼす, ストロークと使用圧の影響について—. *日歯周誌* 1986; 28: 855-862.
- 22) 世良優裕, 大西俊之, 細川隆司, 稲永 悟, 小城辰郎, 他. 歯牙切削時における歯髓腔内の温度変化. *九州歯会誌* 1992; 46: 404-408.
- 23) 樫 雅行, 伊藤明彦, 佐藤義輝, 村上繁樹, 内田康也. 支台歯形成時の切削圧の測定. *九州歯会誌* 1987; 41: 555-559.

著者への連絡先

佐藤 拓実
〒951-8520 新潟県新潟市中央区旭町通1番町754番地
新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療科
TEL 025-368-9023
E-mail: stakumi@dent.niigata-u.ac.jp

A Study on Force Control of Pressing Welding of Mandibular Complete Denture and Setting Mandibular First Molar Full Metal Crown

Takumi Sato^{1, 2)}, Sayaka Tsuzuno¹⁾, Futoshi Nakamura¹⁾,
Mizuki Nomura³⁾, Mana Hasegawa¹⁾ and Noritaka Fujii^{1, 3)}

¹⁾ General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital

²⁾ Division of Periodontology, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

³⁾ Division of Dental Clinical Education, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

Abstract : **【Object】** There are few dental treatments for which objective indices have been established, although it is thought that an appropriate force application to patients and affected teeth are indispensable for efficient dental treatments. This study aimed to investigate the range of forces during dental treatments and their variations in the case of mandibular complete denture fitting test (DP) and setting a metal crown for mandibular right first molar (CS).

【Method】 18 trainee dentists employed in the postgraduate dental clinical training program at Niigata University Medical and Dental Hospital in 2021 participated in the present study, and they were assigned to two groups (A and B) in advance by measuring their grip strength to avoid variation. The force application of each participant for DP and CS were measured on the edentulous jaw model and mandibular model (NISSIN), mounted on a dental simulator with Force Gauge (IMADA), respectively. In the measurements, group A was given the instruction to vary the strength of the force in five steps gradually while group B without any specific advice, during increasing or decreasing their force applications.

【Result】 The results showed a correlation between grip strength and the maximum pressure at DP. In addition, there were many errors such as a bigger force being measured than the previous one in the force decreasing examination. Single regression analysis revealed that group A could decrease and increase the pressure by the same amount, however, group B could change them by a certain percentage in relation to the previous one.

【Conclusion】 It was revealed that there was a close relation between grip strength and the maximum pressure at DP and the force of 10% or less of these was difficult to control. In addition, it was detected the tendency that the control of pressure was changed by constant amount or a ratio and it was different by the participants.

Key words : dental clinical skills education, force control, pressure welding of the denture, setting full metal crown, grip strength