

研究者：稲田 絵美（所属：鹿児島大学 大学院医歯学総合研究科 小児歯科学分野）

研究題目：モーションキャプチャを用いた小児の歯磨き動作解析と 新しい歯ブラシ形態の考案

目的：

歯科医療従事者が患者に対して歯の刷掃指導をする際、患者の手技の習得段階は主観的にしか評価されていないのが現状であり、指導・評価の指標は明確にされていない。歯科医療従事者が適切な指導を行い、評価するためには、刷掃動作を定量的に評価する方法を確立し、科学的な根拠を示す必要がある。一方、小児歯科の臨床においては、小児を対象として刷掃指導する場合、声かけやモデリングだけで本人に自身の刷掃動作を把握させることは困難である。そのため、刷掃動作を視覚化・数値化することは、成人以上に小児への指導効率の向上が期待できると考えられる。

そこで本研究では、歯科衛生士の刷掃動作を指標として、小児の特徴を明らかにし、小児の刷掃動作を向上させる歯ブラシの形態の考案と刷掃効率の変化を検討することを最終目標とし、その第一段階として、指標となる歯科衛生士の刷掃時の歯ブラシの動きと刷掃動作を解析したので報告する。

対象および方法：

1) 被験者と被験食品

被験者は鹿児島大学医学部・歯学部附属病院に勤務している歯科衛生士で、「臨床研究に関する倫理指針」に沿って、本研究に参加することに同意を得ることができた9名（性別：女性，平均年齢：33歳±10.5歳，利き腕：右側）を対象とした。本研究は、鹿児島大学医学部・歯学部附属病院臨床研究倫理委員会の承認（承認番号：20-2：平成20年4月10日）を得て実施した。

2) 計測システム

刷掃動作計測には3次元動作計測装置 VICON（インターリハ社製）を用いた（図1）。本装置は、被験者に貼付した反射マーカ（図2）の位置情報を高精度カメラで計測することにより、反射マーカ（図2）の3次元運動データを定量的に取得することができる。

3) 計測点と計測方法

刷掃動作時の歯ブラシの動きを効果的に取得するため、図2に示す反射マーカを付与し、反射マーカが手で隠れたり、被験者の動作を妨げることを防いだ。また、刷掃動作時の上肢関節の動きを効果的に取得するため、計測の対象である右側上肢について、各関節の回転運動が算出でき、かつ撮影時にマーカを絶えず追尾できるように、直径9mmの反射マーカを肩峰と体幹に4個（BO1~4）、肘部に2個（AR1, 2）、手首両側に2個（AR3, 5）、手首背部に2個（AR4）、手背に2個（AR6, 7）、計11個付与した（図3）。

歯ブラシの把持方法はペングリップとし、刷掃方法は特に指示をしなかった。被験運動は上顎左側および右側臼歯部の頬側の歯磨き動作とし、各部位について3回ずつ計測した。1回の計測時間は15秒とした。

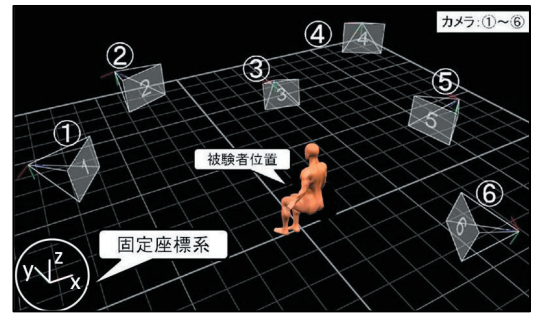
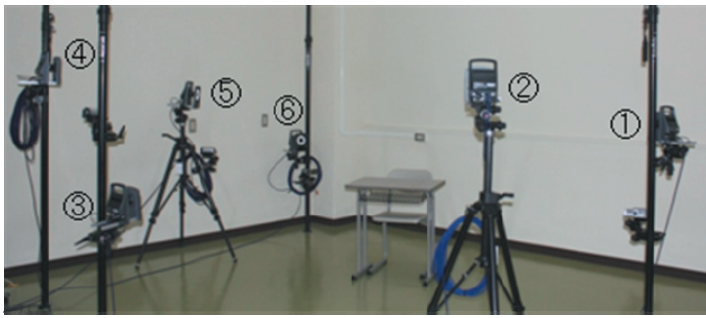


図1 モーションキャプチャシステム（VICON）と被験者に対するカメラの配置

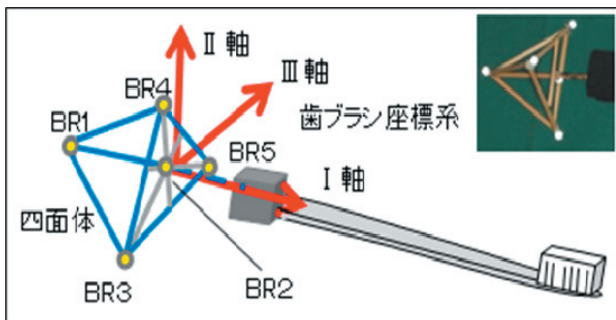


図2 反射マーカーと歯ブラシの座標系

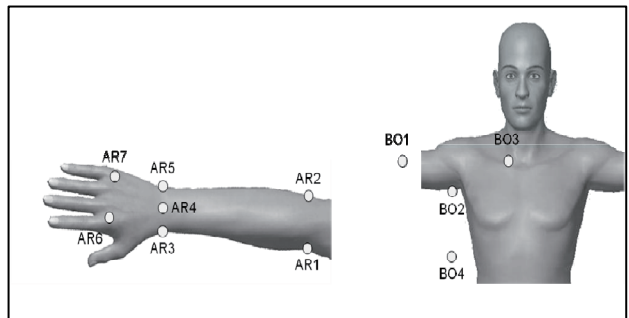


図3 体幹と上肢に取り付けたマーカー

4) 歯ブラシの動きの算出方法

本研究では、床面を基準平面とした固定座標系において（図1）、運動中の各時点における反射マーカーの3次元座標値を、時系列データとして取得した。歯ブラシの座標系は、柄の方向をI軸、植毛方向をII軸、両軸への直交方向をIII軸とし、歯ブラシ往復運動の影響を最も強く受けるI軸方向に着目した（図2）。

5) 右側上肢の動きの算出方法

肩部の運動は、歯磨き動作に大きな影響を与える可能性の高い、上腕の水平外転・水平内転の回転角度水 ϕ_s （図4A）と、屈曲・伸展の回転角度屈 ψ_s （図4B）の2自由度方向に着目した。肘部の運動は、肘部の関節を回転軸とした1自由度の回転運動であり。この回転量は、上腕のベクトルと、前腕のベクトルとでつくる相対角度前 θ_e により算出した（図4A）。手首部は屈伸と内・外転の2自由度の運動を行っており、屈伸の回転角度 α_w と内転・外転角度 β_w に着目した。

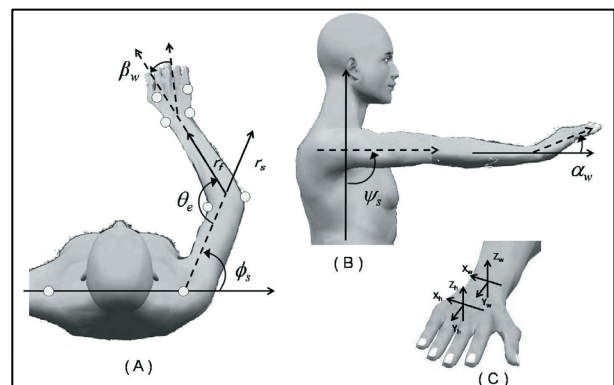


図4 肩部、肘部と手首部の運動角度

6) 解析項目

本研究では、上顎左側および右側臼歯部の頬側を刷掃する際の運動情報の3次元座標値から、

歯ブラシの I 軸成分を抽出し、得られた数値をフーリエ変換して、歯ブラシの往復運動のピーク周波数と、そのパワースペクトル値（以下、PS 値）を求めた。また、上肢の動きから、肩部、肘部と手首部の関節の角度変化を求め、得られた数値をフーリエ変換し、各関節の往復運動のピーク周波数と PS 値を求めた。

7) 解析方法

9 名の歯科衛生士について、上顎左側および右側臼歯部の頬側を刷掃する際の歯ブラシの往復運動に最も関連の深い I 軸方向のピーク周波数と PS 値および、肩部、肘部と手首部の角度変化から、各部位のピーク周波数と PS 値を求め、Wilcoxon 符号付き順位和検定にて左右側を比較した。有意水準は 5%未満とした。また、各部位のピーク周波数と PS 値の個体内変動と個体内変動について、マルチモデル解析を用いて検討した。

結果と考察：

1. 歯ブラシの動きのピーク周波数に関する検討

個体内変動は左右側とも個体内変動より低値を示した（表 1）。このことから、各個人には安定した固有の運動リズムがあることが示唆された。しかしながら、ピーク周波数には左右差があり（図 5）、また、ピーク周波数の個体内変動は左側が高値を示したことから、手首をひねらなければならない右側の刷掃では、その可動域が制限されるため、動きが単調になり、個体内のばらつきが小さくなったのではないかと予想される。

2. 歯ブラシの動きの PS 値に関する検討

個体内変動が左側で高値であったのも、右側では可動域が制限され個体内の振幅のばらつきが少ないためであると考えられる（表 1）。

一方、個体内変動が左側より右側で高値を示したが、右側は前述の磨きにくさのため、左側に比べ個体内の動きが安定しにくい可能性が示唆された。

3. 歯科衛生士の刷掃動作の特徴として、上顎臼歯部頬側の刷掃時は、両側ともに上肢の全ての関節が同調しながら運動していた（図 6：右）。

4. 右腕刷掃動作時、各関節は協調しながら細かな運動調節を行っており、上顎右側臼歯部頬側刷掃時は肩部と手首部が、左側では手首部が、その調節を担っている可能性が示唆された（表 2、図 6：左）。

5. 刷掃動作時、両側いずれの場合も、肘部は細かい運動の調節ではなく、安定した運動を営むことで、固有の運動リズムの発生に関与している可能性が示された（表 2）。

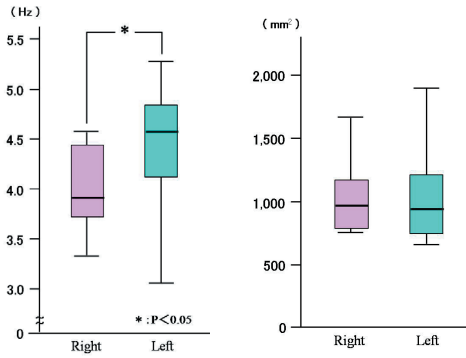


図5 歯ブラシの動きのピーク周波数 (右) とPS値 (左)

表1 歯ブラシの動きのピーク周波数とPS値の個体間変動と個体内変動

		個体間変動	個体内変動
ピーク周波数 ^a (I軸)	右側	0.17	0.04
	左側	0.38	0.04
PS値 ^b (I軸)	右側	42630.31	109111.60
	左側	23162.20	27447.18

a : Hz, b : mm²

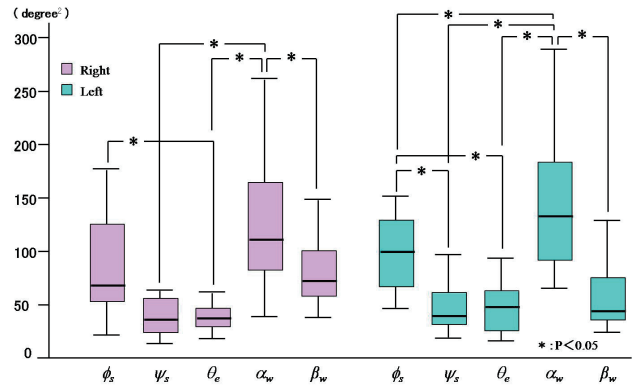
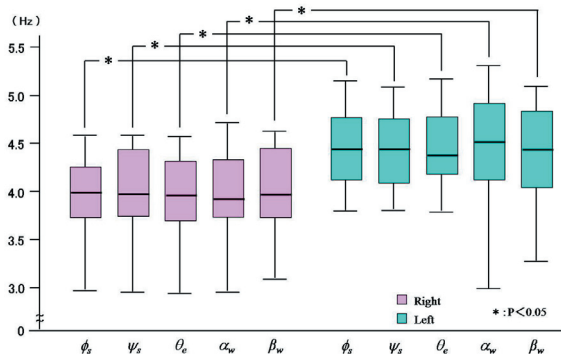


図6 刷掃時の各関節部運動角度変化のピーク周波数 (右) とPS値 (左)

表2 刷掃時の各間接部運動角度変化のピーク周波数 (右) とPS値 (左) の個体間変動と個体内変動

	角度	ピーク周波数			PS値		
		推定値 ^a	個体間変動	個体内変動	推定 ^b	個体間変動	個体内変動
右側	ϕ_s	4.36	0.35	0.02	99.36	1194.43	225.67
	ψ_s	4.33	0.33	0.02	50.91	1083.67	172.13
	θ_e	4.35	0.35	0.02	45.77	526.77	97.38
	α_w	4.37	0.32	0.02	145.35	3398.55	2646.19
	β_w	4.35	0.27	0.08	59.76	510.57	1266.89
左側	ϕ_s	3.93	0.18	0.07	101.83	3690.28	6062.54
	ψ_s	3.94	0.20	0.08	44.34	786.32	416.70
	θ_e	3.96	0.20	0.06	40.96	390.68	137.09
	α_w	3.98	0.18	0.04	120.16	891.97	2707.95
	β_w	3.98	0.20	0.08	70.35	575.53	1043.09

a : ピーク周波数 (Hz), b : ps値 (度²)

成果発表 : (予定を含めて口頭発表, 学術雑誌など)

- ・ 上記結果を国際雑誌に投稿予定。