

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20592270

研究課題名（和文） 部分床義歯デザインプロセスのための咬合支持能力指数の開発

研究課題名（英文） An occlusal support index for partial denture design

研究代表者

田地 豪 (TAJI TSUYOSHI)

広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・講師

研究者番号：80284214

研究成果の概要（和文）：部分床義歯治療において支台歯の検査と選択が治療の効果と予後に大きく影響する。支台歯の咬合支持能力の計測方法の確立は、科学的な義歯設計を行う上で是非とも必要である。本研究では歯槽骨によって支持されている歯根表面積に着目し、部分床義歯治療における支台歯の咬合支持能力を適切に評価する咬合支持能力指数を開発した。この指数は、部分無歯顎の咬合状態の客観的評価や部分床義歯の設計、歯の喪失の進行や補綴装置の生存に関する疫学調査に応用することができる。

研究成果の概要（英文）：The clinical assessment of any residual dentition's occlusal support is an integral part of prosthodontic treatment planning. An index was developed to estimate the residual periodontal ligament support for individual teeth during treatment planning for partially edentulous patients. The index is proposed to be a possible suitable tool for epidemiologic research on the progression of tooth loss and the survival rate of prostheses.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：有床義歯補綴学、支台歯、咬合支持能力、歯根表面積、有効歯根支持表面積、部分床義歯設計

1. 研究開始当初の背景

歯の喪失に対する補綴治療の状況は、高齢になるほど部分床義歯装着者が多くなっており、65歳以上では、補綴治療の40%以上を占めている。今後は、社会の高齢化と喪失歯数の減少傾向から、部分床義歯の需要はますます高まると予想される。

部分床義歯治療において、支台歯の検査と選択が治療の効果と予後に大きく影響する。それゆえ、支台歯の咬合支持能力を検査する

ことは部分床義歯を設計する上で極めて重要である。

咬合支持能力は、歯根の大きさ、形態、植立方向、歯槽骨吸収の程度などにより影響を受けるが、これらを包括的に評価することはなかなか困難である。しかしながら、歯根の大きさ、形態、歯槽骨吸収の程度などのパラメーターについては、歯槽骨によって支持されている歯根表面積（以下、有効歯根支持表面積）に置き換えて考えられることから、有

効歯根支持表面積は咬合支持能力を検査する上での有益な指標と言える。しかしながら、現代の部分床義歯治療における支台歯の咬合支持能力を包括的に評価する解析法は未だ定められていないことから、早急に確立することが必要である。

従来の歯根表面積の測定には、膜テクニック法、区分求積法、重量換算法などがあるが、いずれも抜去歯での研究であるため、実際の有効歯根支持表面積を計測することはできない。最近、歯の残存予測、歯の喪失予測などといった、個人の口腔内状態から将来を予測し行動変容を起こさせることを目指した研究の中に歯根表面積を用いたものが見受けられ(山本ら、2003.)、この研究は予防歯科学的・歯周病学的なアプローチとして意義深い。一方、歯科補綴学の分野において、有効歯根支持表面積による咬合支持能力評価に基づいた部分床義歯の設計指針は未だ確立されていない。そのため、本来オーダーメイド医療である部分床義歯治療において、個々の生体を適切に評価し、定量的・定性的に義歯の設計はできておらず、咬合支持能力の計測方法の確立は科学的な義歯設計を行う上で是非とも必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、部分無歯顎患者における根拠に基づいた補綴治療と予後との関係を明らかにしていくにあたり、部分床義歯の設計指針を確立するために、残存歯根膜表面積から導かれる Residual Periodontal Ligament Index (RPLI)を用い、残存歯の咬合支持能力を数値化することにある。

3. 研究の方法

Yamamotoらは、cementoenamel junctionから歯肉溝に挿入した pocket probe の先端までの距離を表す attachment level: X (mm) の測定から上下顎歯種別の残存歯根膜表面積率 Y (%) を予測する以下の(1)の式を導いた。

(1) $Y(\%)=a+bX$ ($1 \leq X <$ 歯種別歯根長)

ここでの a と b は、上下顎歯種別に設定された係数である。我々は、この式を用いて残存歯根膜表面積を予測し、RPLI を考案した。RPLI を求めるにあたり、まず初期値としての Normal Periodontal Ligament Index (NPLI) を健全歯根膜表面積(表1)から以下の(2)の式で求めた。

(2) $NPLI=(\text{歯種別健全歯根膜表面積})/$

$(14 \text{ 歯種合計健全歯根膜表面積}) \times 50$

ここでの NPLI は上下顎 28 歯合計で 100 となるよう設定した。次いで、(1)と(2)を用いて、RPLI を以下の(3)の式で求めた。

(3) $RPLI=NPLI \times Y/100$

また、上下顎右側第三大臼歯については、複製根模型歯(B3-305(32S)、Lot # 200682、(株)

ニッシン)を用いて、Yamamotoらと同様の方法で健全歯根膜表面積および近似式(1)を導き、NPLI および RPLI を算出した。

以上を整理し、上下顎第三大臼歯まで含めた歯種別の歯根長、健全歯根膜表面積、NPLI および RPLI を表2に示した。そこで、表2をもとに歯種別の NPLI および RPLI について、各 attachment level に対応した早見表を作成した。

表1 membrane method を用いた歯根膜表面積に関する研究

歯種	歯根膜表面積 (mm ²)				平均	SD
	Jepsen ⁵⁾ (1963)	Hujoel ら ⁶⁾ (2001)	Yamamoto ら ⁷⁾ (2006)			
上顎	1	204.0	202.0	200.7	202.2	1.7
	2	179.0	172.0	202.9	184.6	16.2
	3	273.0	290.0	291.9	285.0	10.4
	4	234.0	245.0	249.4	242.8	7.9
	5	220.0	237.0	232.9	230.0	8.9
	6	433.0	504.0	467.7	468.2	35.5
	7	431.0	408.0	368.4	402.5	31.7
	計	1974.0	2058.0	2013.9	2015.3	42.0
下顎	1	154.0	146.0	159.5	153.2	6.8
	2	168.0	173.0	180.0	173.7	6.0
	3	268.0	229.0	265.2	254.1	21.8
	4	180.0	205.0	237.5	207.5	28.8
	5	207.0	225.0	212.4	214.8	9.2
	6	431.0	387.0	432.8	416.9	25.9
	7	426.0	345.0	368.4	379.8	41.7
	計	1834.0	1710.0	1855.8	1799.9	78.6
合計	3808.0	3768.0	3869.7	3815.2	51.2	

表2 歯種別の NPLI と RPLI

歯種	歯根長 (mm) ⁷⁾	健全歯根膜表面積 (mm ²) ⁷⁾	NPLI	RPLI	
上顎	1	12.2	200.7	2.6	$2.6 \times (97.4 - 8.52X)/100$
	2	13.4	202.9	2.6	$2.6 \times (97.7 - 8.73X)/100$
	3	16.6	291.9	3.8	$3.8 \times (99.4 - 7.09X)/100$
	4	12.9	249.4	3.2	$3.2 \times (98.2 - 8.53X)/100$
	5	13.9	232.9	3.0	$3.0 \times (96.6 - 8.67X)/100$
	6	13.5	467.7	6.0	$6.0 \times (102.4 - 8.28X)/100$
	7	12.7	368.4	4.8	$4.8 \times (99.8 - 8.49X)/100$
	8	11.3	190.8	2.5	$2.5 \times (95.3 - 10.6X)/100$
下顎	1	12.0	159.5	2.1	$2.1 \times (98.2 - 8.00X)/100$
	2	12.6	180.0	2.3	$2.3 \times (98.9 - 8.90X)/100$
	3	14.9	265.2	3.4	$3.4 \times (98.7 - 7.67X)/100$
	4	14.7	237.5	3.1	$3.1 \times (97.2 - 8.16X)/100$
	5	14.0	212.4	2.7	$2.7 \times (96.5 - 8.56X)/100$
	6	12.6	432.8	5.6	$5.6 \times (100.7 - 7.99X)/100$
	7	12.6	368.4	4.8	$4.8 \times (98.9 - 8.42X)/100$
	8	10.2	166.5	2.2	$2.2 \times (91.4 - 11.0X)/100$

$RPLI=NPLI \times (a+bX)/100$

a, b: 歯種別係数, X: attachment level (mm) ($1 \leq X <$ 歯種別歯根長)

次に、残存歯の歯冠修復において、cementoenamel junction が失われているかあるいは確認が難しいことから attachment level の測定ができない場合を想定し、デンタルX線写真上で歯槽骨頂レベルを参考に算出した歯種別の残存歯根膜長比率(%)と attachment level との早見表を作成した。

残存歯咬合支持能力の数値化の試みとして、Eichner の分類 (表 3) に従って、残存歯が健全歯であると仮定し、NPLI の合計値を用いて各部分無歯顎における咬合支持能力を数値化し、その最小値と最大値を求めて咬合支持能力指数のチャートを作成した。このチャート上に、Eichner の分類の各グループにおける典型的な部分無歯顎モデルの咬合支持能力指数ををプロットしておけば、歯数がどのように変化するかをある程度予測することが可能である。そこで、Eichner の分類に従った歯の喪失シミュレーションにおける咬合支持能力指数の推移をこのチャートにプロットした。

表 3 Eichner の咬合支持域による分類

クラス	グループ	支持域数	説明
A	A1	4	上下顎に歯の欠損はない
	A2	4	片顎に限局的な歯の欠損がある
	A3	4	上下顎に限局的な歯の欠損がある
B	B1	3	咬合支持域は3ヶ所である
	B2	2	咬合支持域は2ヶ所である
	B3	1	咬合支持域は1ヶ所である
	B4	0	前歯の咬合接触のみ存在する
C	C1	0	上下顎に歯の接触はない (すれ違い咬合)
	C2	0	片顎は無歯顎である
	C3	0	上下顎とも無歯顎である

4. 研究成果

歯種別の NPLI および RPLI について、各 attachment level に対応した早見表を表 4 に、デンタル X 線写真上で算出した歯種別の残存歯根膜長比率(%)と attachment level との早見表を表 5 に示した。また、両表において、支台歯の選択基準となる残存歯根膜長が健全歯根膜長の 1/2~2/3 に対応した RPLI を明示した。

Eichner の分類の各グループに従った歯の喪失シミュレーションにおいて、NPLI を用いて計算した咬合支持能力指数を表 6 に示した。さらに、これらの指数を咬合支持能力指数チャートにプロットしたものを図 1 に示した。Eichner の分類における各クラス A、B、C の咬合支持能力指数の値域は、それぞれ 30.6~100、4.7~94.2、0.0~52.0 であった。歯の喪失シミュレーションにおいて、グループごとに算出した咬合支持能力指数は、88.8、76.8、72.0、67.2、43.0、33.6、16.4、15.6 と推移した。

表 4 歯種別の NPLI と RPLI の早見表

AL (mm)		AL: attachment level (mm)							
14									0.0
13									0.3
12									0.5
11	0.1	0.0	0.8	0.1	0.0	0.7	0.3		
10	0.3	0.3	1.1	0.4	0.3	1.2	0.7		
9	0.5	0.5	1.3	0.7	0.6	1.7	1.1	0.0	
8	0.8	0.7	1.6	1.0	0.8	2.2	1.5	0.3	
7	1.0	1.0	1.9	1.2	1.1	2.7	1.9	0.5	
6	1.2	1.2	2.1	1.5	1.3	3.2	2.3	0.8	
5	1.4	1.4	2.4	1.8	1.6	3.7	2.7	1.0	
4	1.6	1.6	2.7	2.1	1.9	4.2	3.1	1.3	
3	1.9	1.9	2.9	2.3	2.1	4.7	3.5	1.6	
2	2.1	2.1	3.2	2.6	2.4	5.2	3.9	1.8	
1	2.3	2.3	3.5	2.9	2.6	5.7	4.3	2.1	
NPLI	2.6	2.6	3.8	3.2	3.0	6.0	4.8	2.5	
歯種	1	2	3	4	5	6	7	8	
NPLI	2.1	2.3	3.4	3.1	2.7	5.6	4.8	2.2	
1	1.9	2.1	3.1	2.7	2.4	5.2	4.3	1.7	
2	1.7	1.9	2.9	2.5	2.2	4.7	3.9	1.5	
3	1.5	1.7	2.6	2.2	1.9	4.3	3.5	1.3	
4	1.4	1.5	2.3	2.0	1.7	3.8	3.1	1.0	
5	1.2	1.3	2.1	1.7	1.5	3.4	2.7	0.8	
6	1.0	1.1	1.8	1.5	1.2	3.0	2.3	0.5	
7	0.9	0.9	1.5	1.2	1.0	2.5	1.9	0.3	
8	0.7	0.6	1.3	1.0	0.8	2.1	1.5	0.1	
9	0.5	0.4	1.0	0.7	0.5	1.6	1.1		
10	0.4	0.2	0.8	0.5	0.3	1.2	0.7		
11	0.2	0.0	0.5	0.2	0.1	0.7	0.3		
12	0.0		0.2			0.3			
AL (mm)									

□ 健全歯根膜長の約2/3
□ 健全歯根膜長の約1/2

表 5 歯種別の残存歯根膜長比率 (%) と attachment level (mm) との早見表

AL (mm)		AL: attachment level (mm)							
14									15.7
13									21.7
12									27.7
11	9.8	17.9	33.7	14.7	20.9	18.5	13.4		
10	18.0	25.4	39.8	22.5	28.1	25.9	21.3		
9	26.2	32.8	45.8	30.2	35.3	33.3	29.1	20.3	
8	34.4	40.3	51.8	38.0	42.4	40.7	37.0	29.2	
7	42.6	47.8	57.8	45.7	49.6	48.1	44.9	38.1	
6	50.8	55.2	63.9	53.5	56.8	55.6	52.8	46.9	
5	59.0	62.7	69.9	61.2	64.0	63.0	60.6	55.8	
4	67.2	70.1	75.9	69.0	71.2	70.4	68.5	64.6	
3	75.4	77.6	81.9	76.7	78.4	77.8	76.4	73.5	
2	83.6	85.1	88.0	84.5	85.6	85.2	84.3	82.3	
1	91.8	92.5	94.0	92.2	92.8	92.6	92.1	91.2	
歯種	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	91.7	92.1	93.3	93.2	92.9	92.1	92.1	90.2	
2	83.3	84.1	86.6	86.4	85.7	84.1	84.1	80.4	
3	75.0	76.2	79.9	79.6	78.6	76.2	76.2	70.6	
4	66.7	68.3	73.2	72.8	71.4	68.3	68.3	60.8	
5	58.3	60.3	66.4	66.0	64.3	60.3	60.3	51.0	
6	50.0	52.4	59.7	59.2	57.1	52.4	52.4	41.2	
7	41.7	44.4	53.0	52.4	50.0	44.4	44.4	31.4	
8	33.3	36.5	46.3	45.6	42.9	36.5	36.5	21.6	
9	25.0	28.6	39.6	38.8	35.7	28.6	28.6		
10	16.7	20.6	32.9	32.0	28.6	20.6	20.6		
11	8.3	12.7	26.2	25.2	21.4	12.7	12.7		
12	0.0		19.5			4.8			
AL (mm)									

□ 健全歯根膜長の約2/3
□ 健全歯根膜長の約1/2

表6 Eichnerの分類に従った歯の喪失シミュレーションにおける咬合支持能力スコア

Eichnerの分類	残存歯														咬合支持能力スコア	
A2	上顎	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	88.8
	下顎	7	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7			
A3	上顎	7	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7	76.8		
	下顎	7	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7			
B1	上顎	7	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7	72.0		
	下顎	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7				
B2	上顎	7	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7	67.2		
	下顎	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	7				
B3	上顎				3	2	1	1	2	3	4	43.0				
	下顎				4	3	2	1	1	2	3		4			
B4	上顎				3	2	1	1	2	3	33.6					
	下顎				3	2	1	1	2	3						
C1	上顎				3	16.4										
	下顎				2		1	1	2							
C2	上顎					15.6										
	下顎				3		2	1	1	2	3					

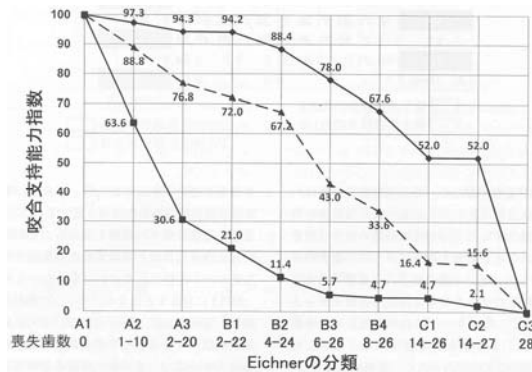


図1 Eichnerの分類の各グループに従った残存歯咬合支持能力指数の最小値、最大値および歯の喪失シミュレーション

本研究では、NPLI および RPLI を用いた残存歯の咬合支持能力指数を歯根膜支持能力として導いた。NPLI や RPLI は平均的臨床評価であるため、個々の残存歯の確定診断は、他の臨床評価と併せて行わなければならない。最近では、デンタル CT 撮影技術が歯科医療現場に普及し始めていることから、残存歯の残存歯根膜表面積を測定することが可能となりつつあるものの、現時点では、具体的に数値を算出するプログラムは組み込まれていない。さらに、残存歯の咬合支持能力に、個々の歯の歯周状態を反映させ数値化した報告は全くない。それゆえ、NPLI や RPLI で得られたこの咬合支持能力指数は、平均的臨床評価であるものの、患者の咬合支持能力を数値化するものとなり、大変意義深い。ここで、咬合支持能力指数を用いた一例を紹介する。短縮歯列 (Shortened Dental Arch: SDA) では、一般的に要求される機能歯は前歯部および小臼歯部である。SDA (Eichner B2) における咬合支持能力指数は、残存歯が健全であると仮定すると、57.7 となった。Baba らは、SDA における oral health-related quality

of life の低下において、第一大臼歯の咬合支持の存在が重要な役割を担うと報告している。そこで、SDA に第一大臼歯の咬合支持を加えると Eichner B2 から A3 へと咬合支持域が増加するため、咬合支持能力指数は、81.0 となり 40% も向上した。このように、残存歯咬合支持能力を数値化することは部分無歯顎の咬合状態を客観的に捉えることが可能となり、さらに、患者のインフォームド・コンセント獲得の上にも重要である。

Eichner の分類に従った咬合支持能力指数チャート (図 1) において、各グループにおける指数の最小値および最大値は、残存歯が健全歯であると仮定した NPLI より算出したものであるため、歯周病に罹患し、attachment level の増加した残存歯を含む部分無歯顎では、RPLI を用いた指数がより低い値へシフトすると考えられる。また、歯の喪失シミュレーションにおける指数の推移を 1 つの基準として用いれば、各患者の咬合支持能力の変化を予測し、補綴治療の予知性を向上させることができるであろう。さらに、補綴治療による咬合支持能力指数の回復を提示することができれば、患者の補綴治療への理解を深めることができるため、咬合支持能力指数と補綴治療との相関を明示する新たなチャートを提言しなければならないと考えている。

NPLI に対応する従来のブリッジの抵抗性を判定する指数 (Duchange, Vest および日本の医療保険制度導入の指数) を参考として表 7 に示した。

表 7 NPLI と従来のブリッジの抵抗性を判定する指数 (Duchange, Vest および日本の医療保険制度導入の指数) との対応表

	NPLI	2.6	2.6	3.8	3.2	3.0	6.0	4.8	2.5
上顎	Duchange	2	1	3	4	4	6	6	2.5
	Vest	4	3	5	4	4	6	6	4
	医療保険	2	1	5	4	4	6	6	4
下顎	医療保険	1	1	5	4	4	6	6	4
	Vest	1	2	5	4	4	6	6	4
	Duchange	1	1	3	4	4	6	6	2.5
	NPLI	2.1	2.3	3.4	3.1	2.7	5.6	4.8	2.2

注 1: Duchange の補綴疲労は、前歯部 3 歯以上および臼歯部の遊離端 2 歯以上の欠損において、ダミーの 2, 3, 4 番目に対して 1, 2, 3 とする。

注 2: Vest の指数には補綴疲労はない。

注 3: 医療保険制度導入指数における補綴疲労は、前歯部 2 歯以上の欠損において、ダミーの 1, 2 番目に対して 1, 2 とし、また、遊離端欠損においては支台歯を 2 歯以上とし、ダミーは 1 歯のみとして歯の指数の 1/2 とする。さらに、ダミーの中間に存在する支台歯が 1 歯の場合、その指数は 1/2 とする。

Duchange や Vest らの指数は、世界的には認められておらず、日本においてのみ紹介され、これらの指数に修正を加えたものを日本の医療保険制度の中でブリッジ設計における支台歯選択のために用いられてきた。しかしながら、これらの指数は、支台歯を健全歯

と仮定し、歯周組織の喪失による支持の変化を考慮しない問題点も指摘されている。そこで、支台歯の歯周状態を反映することのできるNPLIやRPLIをブリッジの抵抗性の判定に応用できれば、予後の予測も含めたより具体的なブリッジの設計が可能となるものと推察される。

残存歯咬合支持能力の数値化を目指して、残存歯根膜表面積から導かれるRPLIとその初期値であるNPLIを用いて残存歯の咬合支持能力指数を作成した。また、NPLI、RPLIおよび咬合支持能力指数の応用について例示した。これらから、部分無歯顎の咬合状態を客観的に評価できる可能性を示唆するとともに、部分床義歯のデザインプロセスに応用できると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

1. 水町 亘、阿部泰彦、野上敬介、田地 豪、日浅 恭、他4名、ブリッジの支台歯選択における咬合支持能力指数の応用、広島大学歯学雑誌、査読有、42巻、2010、151-154
2. 阿部泰彦、田地 豪、日浅 恭、岡崎洋平、石田秀幸、櫻井裕也、津賀一弘、赤川 安正、Residual Periodontal Ligament Index (RPLI) を用いた残存歯咬合支持能力の数値化、広島大学歯学雑誌、査読有、42巻、2010、1-8
3. Abe, Y., Taji, T., Hiasa, K., Tsuga, K. and Akagawa, Y., A Proposed Index for Residual Periodontal Ligament Support, The International Journal of Prosthodontics, 査読有, 23(5), 2010, 472-474

[学会発表] (計2件)

1. 野上敬介、阿部泰彦、水町 亘、田地 豪、日浅 恭、岡崎洋平、石田秀幸、津賀一弘、赤川安正、新しい残存歯咬合支持能力指数の開発ーブリッジの支台歯選択への応用ー、第49回広島県歯科医学会第94回広島大学歯学会、2010年10月24日、広島市
2. 阿部泰彦、田地 豪、日浅 恭、岡崎洋平、津賀一弘、赤川安正、Residual Periodontal Ligament Index の考案、第119回日本補綴歯科学会学術大会、2010年6月13日、東京都

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田地 豪 (TAJI TSUYOSHI)
広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・講師

研究者番号：80284214

(2) 研究分担者

阿部 泰彦 (ABE YASUHIKO)
広島大学・病院・講師
研究者番号：00253097

津賀 一弘 (TSUGA KAZUHIRO)

広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・准教授
研究者番号：60217289

(3) 連携研究者

()

研究者番号：