

高齢者の口腔機能の評価

野首孝詞 小野高裕 池邊一典 古谷暢子 堀 一浩

大阪大学大学院歯学研究科

顎口腔機能再建学講座 歯科補綴学第二教室

歯科治療の最終的な目標は、症状を取り除くことや、欠損した組織の形態的な回復だけではなく、「噛む・味わう・話す」などの口腔機能の回復である。本節では、健康長寿を目指した口腔機能（咀嚼、嚥下、味覚）の評価について、現在検討を続けている最新の知見を概説する。

まず、咀嚼能率の客観的検査法については、これまでの評価方法はいずれも測定方法が複雑で時間を要した。そこで、検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法を開発し、測定条件についての検討を行い、正確かつ簡便な評価方法を確立した。次に、味覚機能については、ろ紙ディスク法を用いて4基本味の閾値を評価し、高齢者は、若年者に比べて著しく高いこと、また味に対する不満は、味覚閾値の上昇よりも、硬口蓋を被覆する義歯の装着や義歯への違和感が重要な因子であることが明らかにした。さらに、嚥下口腔期の指標として重要な硬口蓋部における舌圧について、その発現様相、最大値ならびに発現時間を簡便に評価できる舌圧測定システムを開発した。本法は、嚥下機能の診断やリハビリテーションにおける評価において有用なツールとなり得ることが示唆された。

【キーワード】

咀嚼能率 masticatory efficiency, 味覚 taste, 高齢者 elderly, 義歯 removable denture, 嚥下機能 swallowing

I 検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法

はじめに

咀嚼機能の回復は、補綴治療の最も重要な目的の一つであり、その客観的評価法の確立は、根拠に基づいた治療を行い、患者に対して説明責任を果たす上で欠かせないものとなってきている。

咀嚼能力の評価法については、これまで、ピーナッツ、生米、シリコン印象材、寒天印象材などを被験試料とし、主に有歯顎者を被験者として検討が行われてきた。しかし、これらの方法は、いずれも測定手順が複雑であり、時間もかかり、チェアサイドでルーチンに咀嚼能力の評価を行うには問題点が多かった。したがって、未だ多人数のデータを比較検討するまでには至っておらず、実際の臨床の現場では、正確かつ簡便に咀嚼能力の客観的評価を行える方法が求められてきた。

そこでここでは、我々が開発した、正確かつ簡便に咀嚼能力の客観的評価を行える検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法について概説する。

咀嚼能力の評価法

咀嚼する試料より咀嚼能力を直接判定する方法のうち、粉碎能力に着目した評価法は、咀嚼能率検査とも呼ばれ¹⁾、その代表が篩分法である。これは、上下顎歯の咬合面間で粉碎された食物片を回収し、篩によりその粉碎度を評価する方法である。Manly²⁾は、ピーナッツを用いて、一定の粗さの篩を通過した食品の乾燥重量%を咀嚼値として規格化した。ピーナッツを用いた篩分法は、現在でも広く認知されており、咀嚼能率検査の一つの

スタンダードとなっている。しかし天然食品は、均質化や管理が難しく、近年では、シリコン印象材、寒天印象材などの人工試料が篩分法の被験試料として用いられている。さらに、篩分法は、一般に乾燥する装置が必要であり、検査結果が出るまでの時間が長いことから、日常臨床において、チェアサイドで患者に対する説明を行う上で、適切な方法であるとはいえない。

従来の篩分法の問題点を解決するために、粉碎された食物からの成分溶出量を測定する方法が開発された。これは、咀嚼によって試料が細分化されるに従って成分溶出量が増加することに着目したものである。これまで、生米を被験食品とし、咀嚼によって溶出されるグルコース量を吸光度測定により求める方法³⁾や、被験食品中に含まれ、咀嚼によって遊離される ATP 腸溶顆粒を指標とした方法⁴⁾などが開発されている。

咀嚼の生理学的意義は、摂取した食品を細分化してその表面積を増加させ、消化酵素と十分に反応させて分解し、必要な栄養素の吸収を促進することである。成分溶出量を測定する方法は、篩分法に比べ、咀嚼の生理学的意義を反映したものであるといえる。しかし、生米、ATP 腸溶顆粒などは、いずれも通常の食品に比べ小さな粒状であり、特に義歯装着者において、これらの被験食品の細分化の程度から咀嚼能力を評価することは困難といえる。

検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法の開発

当教室では、咀嚼能率の検査用食品としてグミゼリーを用い、グミゼリーから溶出するグルコース濃度が、その表面積に比例することを利用して、咬断片表面積を推定する方法を開発した。検査用グミゼリーは、麦芽糖、ソルビトール、グルコース、ゼラチンなどを成分とし、その寸法は 20×20×10mm、重量は 5.5g である。検査用グミゼリーは、食品としての形状や寸法が適切であり、粘弾性の食品であることから、義歯床下に入ったとしても、疼痛を引き起こすことがなく、義歯装着者

に応用しやすいという利点がある。

1993 年山本は⁵⁾、検査用グミゼリーから溶出するタンパク質であるゼラチンの濃度を、分光光度計を用いて比色法によって測定し、咬断片表面積を推測する方法を開発した。同研究において、20 回の咀嚼後のグミゼリーの回収率は、有歯顎者、全部床義歯装着者とともに約 90% であり、十分な回収率であること、検査用グミゼリーからのゼラチン溶出量の変動率は 2~8% と低いこと、またゼラチン溶出量は咀嚼回数の増加に伴って増加することを示した。

沖山らは⁶⁾、硬さの異なる 4 種類の検査用グミゼリーを用い、有歯顎者を対象に咀嚼能率を検討し、グミゼリーの硬さが増加するに伴って咬断片表面積増加量すなわち咀嚼能率は低下し、顎運動も不安定になること、またグミゼリーの硬さが増加するに伴って咀嚼能率と咬合接触面積ならびに最大咬合力との相関関係がより高くなることを報告した。さらに、梅原らは⁹⁾、全部床義歯装着者に対しては、通常の半分の体積の検査用グミゼリーによる咀嚼能力測定法が有効であることを示した。

しかし、これまでの研究において採用していたゼラチン濃度の測定には、発色剤や分光光度計などの特殊な薬品・器材と時間を要した。したがって、日常臨床において、チェアサイドで短時間に咀嚼能率の検査結果が得られるような、より汎用性の高い方法の開発が必要であった。

検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法の改良

今回改良した検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法は、溶出するゼラチンの濃度を、分光光度計を用いて測定する方法の代わりに、溶出するグルコースの濃度を、簡易型血糖値測定器を用いて測定する方法である。糖尿病患者が家庭で使用する簡易型血糖値測定器は、分光光度計に比べ著しく安価であり 30 秒以内にグルコース濃度が測定できる。

本法では、まず咀嚼後のグミゼリー咬断片を水

洗し、蒸留水中で咬断片からグルコースを溶出させ、その上清のグルコース濃度を、簡易型血糖値測定器（ゲルテスト、三和化学社）を用いて測定する。水洗時間が短い場合、咀嚼中にグミゼリー表面に付着したグルコースも溶出液に含まれ、検査用グミゼリーの表面から溶出される以上にグルコース濃度が高くなる。したがって、咀嚼後のグミゼリーの水洗を十分行う必要があり、その結果、溶出液中のグルコース濃度は安定した値が得られた。また、グルコースの溶出温度が高く、また溶出時間が長くなるに従って、グルコース濃度は有意に上昇した。これは、溶媒である蒸留水の温度が高くなると、溶質であるグルコースの溶出速度が上昇するためであり、また溶出時間を長くした場合も、グルコース溶出量が比例的に増加したためであると考えられる。

以上のことから、本法の測定結果を安定させるためには、検査用グミゼリーの水洗時間、溶出温度、溶出時間を厳密に規定することの重要性が明らかとなった。

検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法の正確性

上記の方法で測定した検査用グミゼリーの表面から溶出したグルコース濃度から、正確に咬断片表面積を推測できるかを検討したところ、グミゼリーの表面積 (mm²) とグルコース濃度 (mg/dl) は極めて強い相関 ($r = 0.993$) を示し (図1)、直線回帰式より、後者より前者を、極めて高い精度で算出することが可能であることが示された。

検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法の再現性

グミゼリーによる咀嚼能率検査法の再現性について、粉砕片を10メッシュの篩で篩分けし、残留ピーナッツ量を評価する篩分法による咀嚼能率検査と比較したところ、それぞれの方法によって得られた咀嚼能率の変動係数 (標準偏差/平均値) は、いずれも5回咀嚼に比べ、10回咀嚼の場合の方が低い値を示した。また、両方法を比べると、咀嚼回数が同じ場合、同一被験者の咀嚼能率の変動係

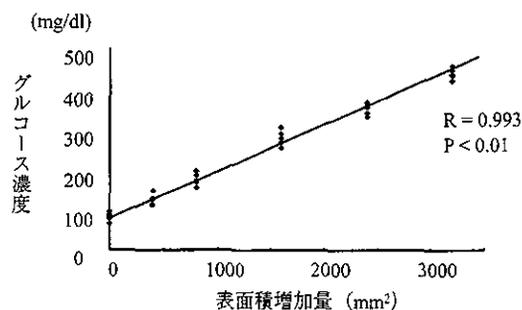


図1 検査用グミゼリーの表面積増加量と溶出グルコース濃度との関係
(常温で30秒間水洗後、35℃で20秒間溶出)

数は、グミゼリーがピーナッツに比べ低い値を示した (図2)。ピーナッツを用いた篩分法による咀嚼能率の個人内変動の方が、検査用グミゼリーを用いた咬断片面積増加量より得られた咀嚼能率のそれより大きくなった理由としては、咀嚼前の被験食品自体の不均一性に加え、咀嚼後の試料の形態もばらつきが大きく、比較的大きな咬断片も回収されることがあり、結果の再現性が低くなったことが考えられる。また、立体的な咬断片を、正方形の篩の枠を通過するか否かという二次元的寸法で分類し、その重量で比較することも、検査結果の再現性が低くなった要因として考えられる。一方、検査用グミゼリーは、咀嚼によって咬断されない場合でも、表面に微細な亀裂が生じ、咀嚼による表面積の増加が検査結果により正確に反映

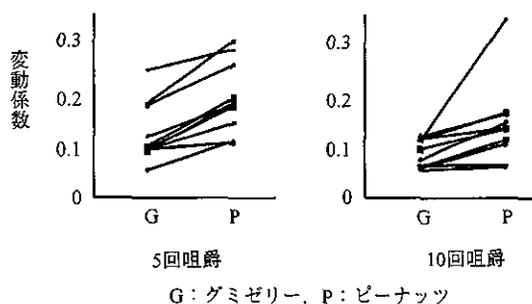


図2 検査用グミゼリーの咬断片表面積増加量ならびにピーナッツを用いた篩分法による咀嚼能率の個人内変動の比較
(変動係数 = 標準偏差/平均)

することから、再現性の高い結果が得られたものと考えられた。

これらのことから、検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率検査法は、ピーナッツを用いた篩分法による咀嚼能率検査と比べ、咀嚼能率が低い人に対しても結果の再現性が高い方法であることが示唆された。

おわりに

歯科治療の目的は、痛みなどの症状を取り除くことや、人工物や再生組織で単に口腔や顔面領域の欠損を形態的に回復することにとどまらない。「フロンティアバイオデンティストリーの創生」プロジェクトの一つに掲げられている「噛む・味わう・話す」などの口腔機能の回復があって、初めて歯科治療の目標が達成され、ADLやQOLの向上という国民の要請に応えることができるものといえる。今回は紙面数の関係から割愛したが、我々は既に、検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率について、1000名以上の高齢者のデータを集め、その妥当性を確認している。

今回紹介した方法の汎用性を活用して、咀嚼機能回復の数値目標を定め、広く国民に対して啓発し、その目標を目指して邁進することが、「フロンティアバイオデンティストリーの創生」の成果をいち早く、また現実的な社会貢献に結びつけられるものと確信している。

II 高齢者と味覚

はじめに

我が国では一般に65歳以上を高齢者といい、75歳以上を後期高齢者と呼んでいるが、高齢になると、老化や疾病あるいは薬物の影響などで様々な機能に多くの障害が発生しやすくなる。口腔の感覚や運動機能もその例外ではなく、これらは咀嚼と直結しており、ヒトが生命を維持する上で、咀嚼を行い食物から栄養を摂取することは必要なことである。咀嚼とは、食物を細分化し、舌や頬

粘膜によって食塊を形成する過程であり、単に食物を細分化し栄養を摂取するだけでなく、味覚を感知する上でも重要な役割を果たしている。味覚は、口腔特有の感覚の一つであり、食物中から溶出した味物質が主として舌や軟口蓋に分布する味蕾を刺激することによって認識される。また、一般に基本的な味の種類は、甘味、塩味、酸味、苦味の4種類にうま味を加えた5種類（五基本味）と考えられており、多くの味はこの5種類のいずれか、あるいはその組み合わせで表現される。しかし、食物を味わうには、その食物がもつ匂い（嗅覚）、温度（冷温覚）、形状や色彩（視覚）、歯ごたえ（触覚）、スパイス（痛覚）、咀嚼音（聴覚）などが総合され、広義の味覚として認識される。食物をおいしいと感じるかどうかは、この広義の味覚によるところが大きい。この、“おいしく食べられる”ということは食生活を豊かにし、QOLを向上するためにも非常に重要である。そこで本総説では、高齢者における味覚への不満の現状とそれを改善することについて著者らの研究結果を中心に紹介する。

老化（加齢現象）について

老化とは、“加齢とともに臓器の機能が次第に衰えて、ついに環境に適応できなくなり、個体死に至る過程”であり、老化は常に進行形で不可逆なものであると定義される。一般に、身体各臓器の機能は20歳前後をピークに、以降は低下する。

老化の研究が困難である理由として、純粹に老化を考える場合には、疾病あるいはその影響による変化や、薬物の摂取による影響を取り除いた、生理的な変化のみをとらえる必要がある。そしてその上ではじめて老化に対する疾病や薬物の影響を正しくとらえることが可能となるが、高齢者において厳密に区別して調査することは困難である。

また、もう1つ問題となる点は、ヒトは高齢になればなるほど、個体差が大きくなることである。この場合、加齢変化を年齢群で比較する横断的（cross-sectional）な調査よりも、同一個人について

その生理的変化を経年的に長期にわたってみていく (longitudinal evaluations) 方がよいことは、当然である。しかし、これも困難であり、大部分の研究は横断的なものである。

我々は横断的な調査ではあるが、可及的に正確に分析を行うために、これまで数年にわたり、大阪府老人大学講座受講生を対象として対面調査を行い、高齢者を分析している。

高齢者の味覚と口腔内状況

加齢によって嗅覚が減退すること、特に60歳代以上ではその減退が著しいことはよく知られている。一方、味覚においても、高齢者では若年者と比較すると認知閾値が上昇することはこれまで報告されている¹⁰⁾が、若年者と比較して個体差が大きく、嗅覚と比較すると近年の文献からみても明確な結果は得られていない。高齢者における味覚の減退は、味蓄の加齢変化だけではなく、口腔内状況の変化や全身疾患、またそれに伴う服用薬剤の増加など様々な要因が考えられる^{11,12)}が、詳細は明らかではない。また、日常臨床において、硬口蓋を被覆する義歯の装着によって咀嚼機能や外観などが回復される反面、“食物の味が変わった”あるいは“食事がおいしくなくなった”という訴えに時々遭遇する。このような味覚の変化の原因として、義歯により舌房が侵害され咀嚼リズムが乱れるため味刺激が味蓄に伝わりにくくなることなどが考えられるが、これについても詳細は明らかではない。高齢者における味覚の現状を探り、硬口蓋を被覆することによって味覚が変化する原因を明らかにすることは、満足度の高い義歯を設計する上においても重要な課題であると考えられる。

高齢者において各味質の認知閾値と各人が訴えている味覚低下との間の相関関係について調べた結果、高齢者は若年者に比べて味覚低下を訴える割合が高いが、各味質の認知閾値とは関係ないとの報告がある¹³⁾が、我々が行った調査でも同様の結果が得られている¹⁴⁾。すなわち、高齢者におい

ては約30%が、味覚に対して満足していないと回答しており、味覚への満足度は、夜間や起床時の口腔乾燥感、硬口蓋全体を被覆する義歯の装着との有意な関連が認められたが、年齢、性別、唾液分泌量およびいずれの味質の認知閾値とも有意な関連は認められなかった。また、義歯装着者では、義歯に対する違和感の有無と味覚の満足度との間においても関連が認められた。さらに、いずれの味質においても、高齢者では、若年者と比較して有意に認知閾値が高くなった(図3)。

義歯と味覚

義歯と味覚との関係について考えられる因子としては、大きく分けて心理的因子と生理的因子がある。

①心理的因子

ゆっくりと生じる感覚機能の低下には気づかないことが多いが、同じ程度感覚機能の低下であっても、短期間に生じた場合は、強く感覚障害が生じたように感じる。義歯装着の味覚に対する影響を考えた場合、このようなヒトの心理的な要素を考慮する必要がある。義歯装着によって、顎堤や口蓋部分が被覆されると、これらの部分の触・圧覚や温度感覚などが鈍くなり、そのため、その食物本来の感覚刺激作用が弱められ、味蓄からの情報である狭義の味覚が減退しているという錯覚が生じると考えられる。

また、一般に違った種類の刺激が同時に同一部分に加えられると、本来の刺激に対する意識がかえって弱められる場合もある。これは末端受容器における対比や感応現象だけでなく、注意が分散することによる心理的要素も強く関係している。義歯を装着して咀嚼を行った場合に生じる義歯の動揺は、天然歯の場合には存在しない刺激因子で、食物の味わいを阻害することが考えられる。特に義歯が口腔内に異物感を生じさせている場合にはこの可能性が高い。

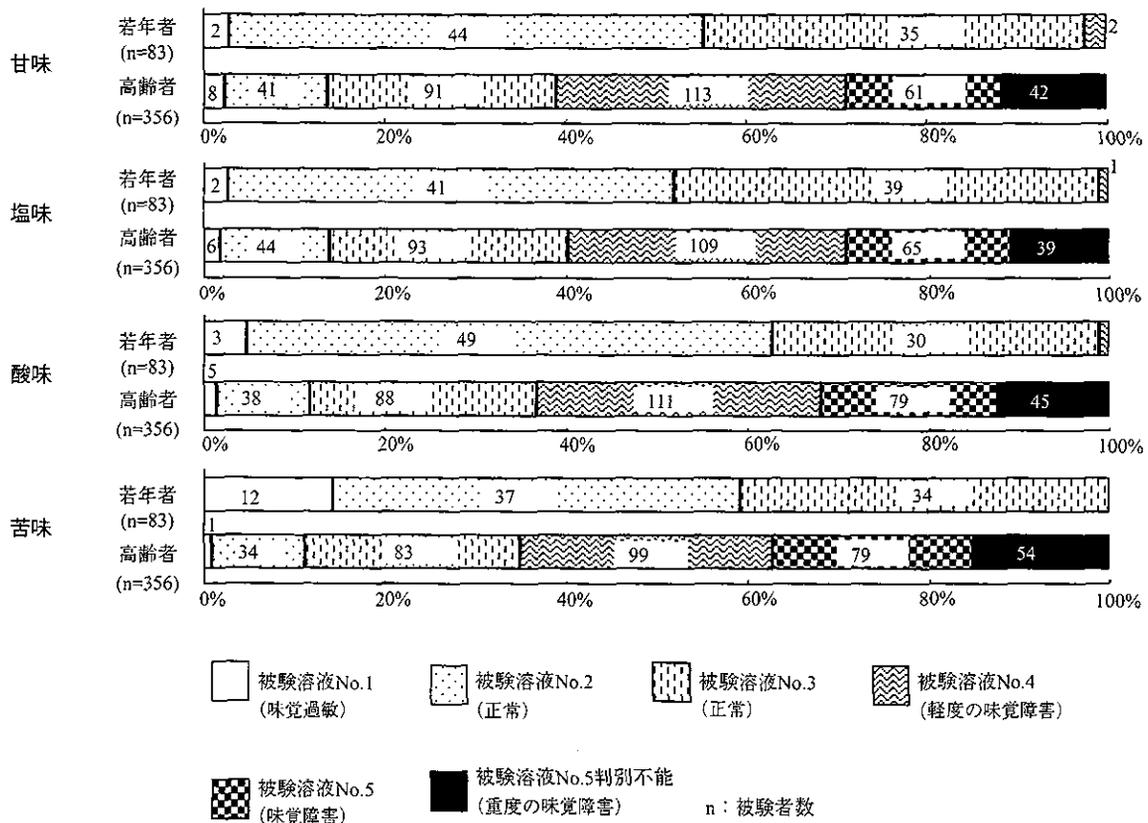


図3 各味質の認知閾値における高齢者と若年者の比較

②生理的因子

味覚の感度は、一般にはっきりとその味を感じる最小濃度（認知閾値；recognition threshold）と水と比べて味の違いを認知しうる最小濃度（検知閾値；detection threshold）といった味覚閾値で判定される。しかし、味覚閾値には個人差や年齢差があり、また味覚閾値そのものに変化がなくても、味を弁別するのに時間がかかる場合がある。さらに日常の食事の場合、それぞれの認知閾値で判断しているのではなく、その食品の主體的な味の濃度が認知閾値より濃い場合が多いため、味覚のわずかな変化に気づかないことも多い。

このように、義歯装着によって味覚がどのような影響を受けるかを検討するには、同一人物について義歯装着前後を比較する必要があるが、現在行われている研究の多くは、天然歯をもつ被験者

群と義歯装着者群の味覚閾値の差を比較していることが多く、結果の判断は慎重にすべきである。

一方、唾液は食物中の味刺激物質を溶解し、味蓄を刺激しやすくする働きがあるため、味覚を認識するためには十分な唾液量が必要となる。しかし、高齢者では唾液分泌量が減少するため、間接的に味覚に影響すると考えられる。また、食物は粉碎されればされるほど、食物中の味刺激物質が唾液に溶解しやすくなり、味蓄を刺激しやすくなるため、義歯装着時の咀嚼能率が天然歯と比較してかなり低い場合、義歯の装着によって味覚に影響が生じたように誤解される場合もある¹⁵⁾。著者らの研究においても、有歯顎者に対して硬口蓋全体を被覆した口蓋床を装着させ、検査用グミゼリーを用いて単位時間あたりの咬断片表面積増加量測定を行った結果、口蓋床の装着直後では非装着

時と比較して低い値を示しており¹⁶⁾、このことが味覚に影響を及していることが考えられる。

硬口蓋を被覆することが味覚に与える影響

高齢者において、味覚の認知閾値の上昇は確かに認められるが、実際の食生活における“味覚の満足度”に大きな影響を与える因子として、硬口蓋を被覆する義歯の装着や、その義歯の違和感があげられる。Murphy¹⁷⁾は、義歯装着後は味覚の認知閾値が上昇し、感覚が鈍くなると報告している。Henkinら¹⁸⁾は、上顎全部床義歯装着者において、酸味と苦味の認知閾値は上昇するが、甘味と塩味には変化がないことから、口蓋部は酸味と苦味に対して、また舌は甘味と塩味に対してより積極的な味覚の受容部位となっていることが考えられるとしている。

我々の研究では、甘味は口蓋床装着の影響を受けにくいものの、その他の味質では認知閾値は上昇し、装着2週間後では各味質の認知閾値は非装着時と近い値となった¹⁹⁻²¹⁾。

これらのことから、硬口蓋を被覆することは認知閾値の上昇につながることを示され、今後、被覆部位の違いによる影響や実験床の材質や厚さを変化させることによる影響についても検討する必要があると考えられる。

おわりに

豊かな食生活をおくる上で、歯を喪失しないということは重要ではある。しかし、超高齢社会においては、歯の欠損に伴う義歯による補綴治療の必要性は高いと考えられる。味に対する不満は、加齢による味覚閾値の上昇よりも、硬口蓋を被覆する義歯の装着や義歯への違和感が重要な因子であることから、今後、より心理的な味の対比効果を起こしにくく、また咀嚼運動を変化させにくい義歯の形態を検討していくことは、QOLを高めるためにも必要であると考えられる。

Ⅲ 咀嚼・嚥下機能評価を目的とした舌圧測定システムの開発

はじめに

近年、高齢者や口腔腫瘍術後患者の口腔機能障害がクローズアップされている。「食べる」、「話す」といったヒトの社会生活上必須の能力を維持することは、生命維持だけではなく、より活動的に質の高い生活を送ること、すなわちADLとQOLの問題に直結している。この分野において、口腔機能をあずかる歯科医療に対する国民の期待は大きく、「フロンティアバイオデンティストリーの創生」においても「話す・咬む」は重点課題の一つに位置づけられている。

口腔器官としての舌の役割が極めて重要であることは一般の人にも理解されているが、これまで歯科領域における舌機能の研究はあまりさかんであったとはいえない。特に咀嚼においては、顎機能(顎運動、咀嚼筋活動)の面での研究がさかに行われてきたことと比較すれば、はなはだ遅れているとさえいえるが、これは広範囲かつ複雑な筋の走行によって構成されている舌という器官の特異性、その動きを客観的に評価することの困難さが原因していると思われる。本研究は、舌が機能時に口蓋と接触して生じる圧に注目し、特に客観的評価法の開発が待望されている咀嚼・嚥下障害の診断と治療において役立つ舌圧測定システムの開発を目的としたものである。

研究の背景

咀嚼、嚥下、構音などの重要な口腔機能において、舌は口蓋と接触することによって重要な役割を果たしており、高齢者に多い脳血管障害²²⁾や神経筋疾患^{23,24)}、あるいは舌切除患者^{25,26)}においては舌の機能低下による口腔機能障害が多く見られることが報告されている。特に、嚥下障害は、高齢者の自宅復帰やQOLの回復の大きな妨げとなり、誤嚥性肺炎は高い頻度で高齢者の死亡原因となり

うるにもかかわらず、舌機能評価法は肉眼的診察や Videofluorography (VF)²⁷⁻³¹⁾ や超音波診断装置³²⁾による定性的評価にとどまっていた。

嚥下時の舌機能の指標として舌圧を用いる研究は1980年代から国内外において散見されるが、最近では主として口蓋床や義歯に圧力センサを埋め込んだ装置を用いる方法が行われている³³⁻³⁷⁾。我々のグループでもその方法を用いて健常者10名の硬口蓋部7点の水嚥下時舌圧を計測し、舌圧発現順序、舌圧発現時間、舌圧最大値の3つのパラメータにより健常者の水嚥下時舌圧の正常パターンを明らかにした³⁷⁾。すなわち、舌圧発現順序においては、水嚥下時の舌圧は、まず口蓋正中前方部において発現し、その後正中中部においては前方から後方の順に発現し、正中後方部における舌圧発現は他の6点と比較して最も遅いこと、各点の舌圧は開始から0.03~0.73秒の間にピークに達してからゆるやかに減少し、ピークから0.31~0.87秒後に7点がほぼ同時に消失することが明らかとなった。したがって、舌圧発現時間は正中前方部が 0.90 ± 0.17 秒と最も長く、正中後方部が 0.62 ± 0.11 秒と最も短かった。さらに、舌圧のピーク値は正中前方部で 25.6 ± 6.6 kPaと最も大きく、周縁部の測定点間に左右差は見られなかった。以上のことから、健常者においては、硬口蓋各部における舌圧の発現順序だけでなく、舌圧発現時間や最大値の差が生じることによって、正常な嚥下が行われていることがわかった。

この結果より、我々は舌圧を計測しそのパラメータを分析することで嚥下障害の口腔相の問題を客観的に診断できるのではないかと考えた。しかし同時に、圧力センサを用いた方法は、装置の製作が極めて煩雑でコストがかかり、臨床応用は難しいと思われた。そこで、極薄の感圧フィルムを用いた面圧分布測定システム (I-Scan System, ニッタ社製) に着目し、これを応用した舌圧センサ・シートを開発することにした。

舌圧センサ・シートの設計

口腔内に入れて使用するセンサは、生理的な機能運動を妨げるものであってはならないため、できるかぎりコンパクトで違和感が小さいことが望ましい。著者らが注目したセンサ・シートは厚さ約0.1mmと極薄であり、口腔内に挿入した場合の違和感をできる限り小さくする上で有利であった。また、障害をもった高齢者に使用するためには、計測時の験者・被験者双方の負担ができるだけ小さく、ベッドサイドでも簡単に使用できるものであってほしい。その点についても、ノートパソコンに接続するだけで使用でき、特別な測定室を必要としないセンサ・シートは条件に適していた。そこで、まず著者らは、このセンサ・シートを舌圧測定用に用いるためのカスタマイズに着手した。

まず、圧力センサを用いた実験結果³⁷⁾をもとに、舌圧発現様相を評価する上で必要と考えられる5ヵ所の測定点を硬口蓋上に設定した。すなわち、正中中部において前方、中央、後方の3点、周縁部後方に左右各1点の合計5点である。各測定点をT字型の導線部でつなぐことにより、曲面である口蓋の形態に沿って貼付することができるようにした(図4)。また、様々な口蓋の大きさに可及的に対応するために、S、M、Lの3種類の大きさを設定した。この大きさは、実際の上顎全部床義歯30症例と天然歯列有歯顎30症例、合計60症例の顎模型の寸法を計測することにより決定した。導線部は、最後臼歯の遠心から口腔前庭を通して導出される形態とし、機能時に咬合を阻害することなく、生理的な咀嚼・嚥下が可能となるように設計した。

センサの測定容量・測定精度については、これまでに行った圧力センサを用いた研究結果から、測定容量70kPa、測定精度0.27kPaに設定した。

舌圧センサ・シートの使用方法と臨床応用例

(1) 使用方法

実際の測定においては、患者が普段使用してい

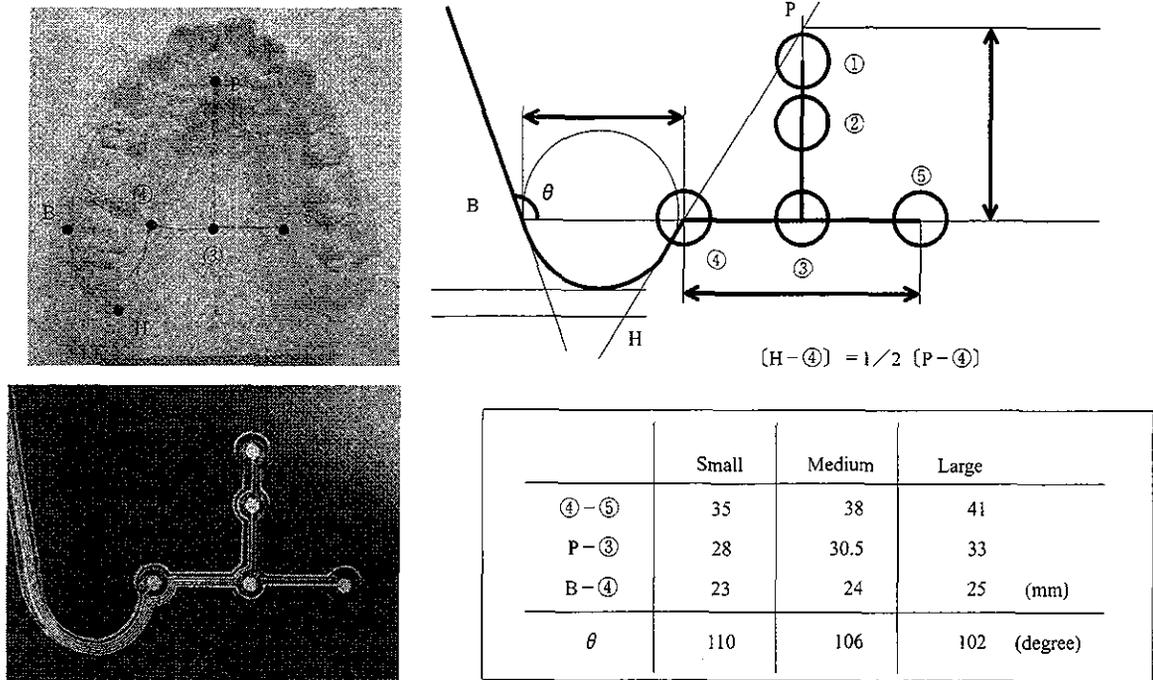


図4 舌圧センサ・シートの設計

る上顎義歯もしくはあらかじめ製作しておいた口蓋床に、接着剤を用いて舌圧センサ・シートを貼付する。センサ・シートの位置決めは、正中前方部の測定点 (Ch1) を切歯乳頭部の 5mm 後方とし、正中後方部 (Ch3) と周縁部 (Ch4 と Ch5) が左右第一大臼歯遠心を結んだ線上に位置することが目安となる。しかし、舌接触補助床 (Palatal Augmentation Prosthesis; PAP) の効果の確認など任意の部位における舌圧を計測する場合は、この限りではない。センサ・シートは測定終了後簡単に除去し、薬液消毒することができる。再度測定する場合にはもう一度そのシートを使用することが可能である。

(2) 舌がん患者の術後機能評価への応用

舌の部分的切除を受けた舌がん術後患者の咀嚼・嚥下機能のリハビリテーションは、術直後は創面を保護するために局所の安静を保つが、約1週間後より舌を動かす訓練を開始し、通常まず少量の水分摂取から開始して、流動食、軟飯・軟菜など次第に食事の調理形態を通常に近づけていく

というものである。術後の時間経過とともに舌の可動性は回復するが、舌の形態的・運動的障害と、歯列、顎骨、唾液腺への侵襲、また頸部郭清術や放射線治療の影響により、術前と同じ咀嚼・嚥下能力を取り戻すことは困難である。我々は、これまで口腔腫瘍術後患者の食事内容に関する咀嚼能力検査³⁸⁾やアンケート調査^{39,40)}から、能力低下に繋がる因子の検索を試み、舌、歯列、顎骨などへの手術侵襲の大きさが影響することを確認したが、こうした患者個々の口腔機能を最大限に回復するには、形態レベル、能力レベルの評価だけでなく、機能レベルの詳細な評価が必要である。例えば舌においては、嚥下や咀嚼の際にどのように口蓋と接触するのか、その時生じる接触圧の大きさ、接触時間はどのようになっているか、など能力に結びつく客観的な指標を見出すことによって病態を解明し、より効率的なリハビリテーションを実現することができるのではないだろうかと考えた。

そこで、まず、舌がん患者2名(症例1:57歳男性、症例2:72歳男性)を対象に、術前・術後の機能評価

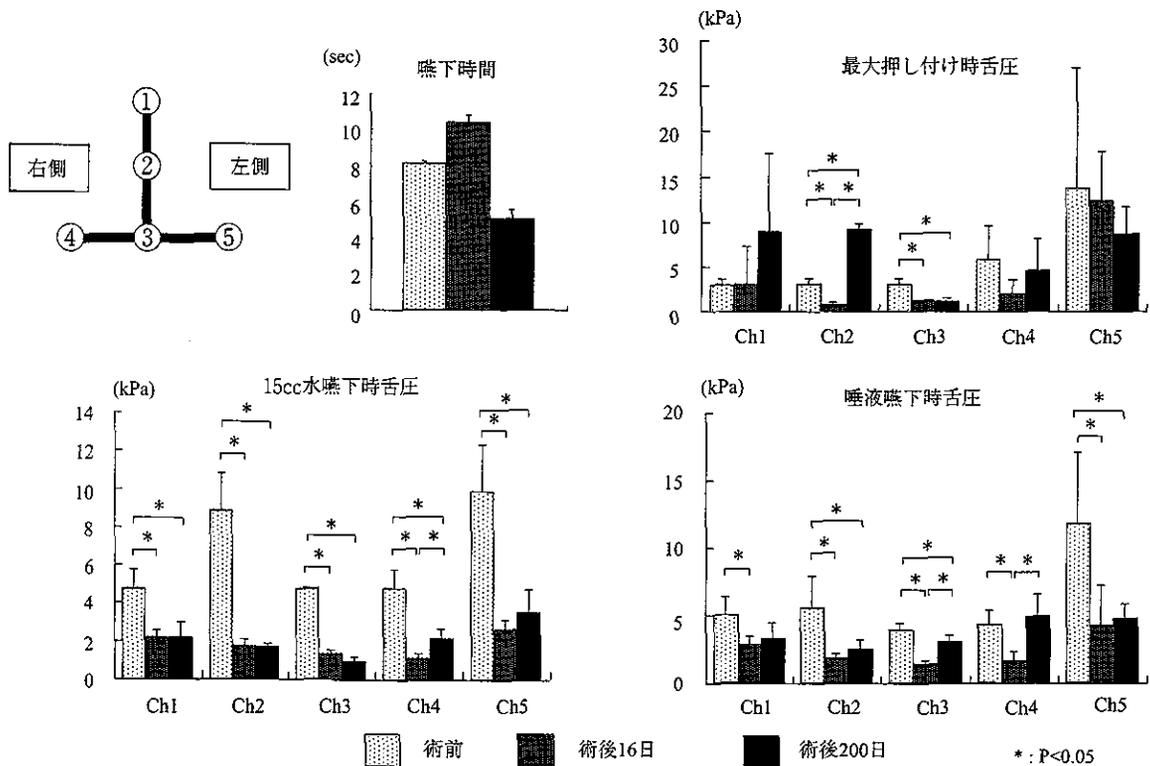


図5 症例2の舌圧測定ならびに水飲みテスト(嚥下時間)結果

において舌圧測定を行った。測定は、症例1ではあらかじめ製作しておいた厚さ1.2mmの舌圧測定用口蓋床、症例2では患者が使用している上顎義歯に、シアノアクリレート系接着剤を用いてセンサ・シートを貼付して行った。測定項目は最大押し付け時、唾液嚥下時、15cc水嚥下時の舌圧とした。また、嚥下障害のスクリーニングテストである窪田の水のみテスト⁴⁾に準じて、水30ccの嚥下時間を計測した。

右側舌部分切除後前腕皮弁にて再建された症例1では、手術4日前のデータと比較して、手術23日後のデータでは最大押し付け時にCh1~3の正中部分3カ所で舌圧の減少が見られたものの、15cc水嚥下時、唾液嚥下時にはCh2、Ch5を除いて舌圧に有意差は認められなかった。水のみテストの結果は、術前が3.95秒、術後が3.03秒と嚥下能力の低下は認められなかった。

一方、右側舌部分切除後非再建(単純縫縮)であ

った症例2においては、水のみテストにおける嚥下時間は、術前は8.18秒であったのに対し、手術16日後には10.46秒と若干延長が見られた。しかし、手術200日後には5.12秒と術前よりも短くなっており、嚥下能力の回復が認められた。術前術後の舌圧測定結果の比較では、15cc水嚥下時にも、唾液嚥下時においても、ほとんど全ての測定点で手術直後には舌圧の有意な減少が見られた(図5)。特に切除部位である右側に相当するCh4は、術前の22%まで舌圧が減少していた。また、その他の部位においても舌圧は術前の30%まで減少しており、舌切除の影響が切除部位以外にも及んでいることがわかった。一方で、手術後約6ヵ月後には、舌圧は切除部位であるCh4において若干の回復傾向を示したものの、手術前よりも低い値となっていた。なお、両患者とも食物摂取においては制約はあるものの、日常生活に支障を及ぼさないところまで嚥下能力は回復していた。

これらの結果より、舌切除術直後には術式により舌圧が小さくなる可能性があり、舌圧の低下により嚥下機能に影響を及ぼすことがあること、逆に、術後の舌圧が小さくとも日常生活上支障のない嚥下能力を再獲得できる場合があることが示唆された。

(3) 脳梗塞患者のリハビリテーションへの応用

嚥下時における舌と口蓋との接触が著しく低下した患者は、口腔から咽頭への食品の送り込みが悪くなるだけでなく、十分な嚥下圧が形成できず、しばしば口腔残留、咽頭早期流入、咽頭残留、誤嚥などの問題が生じる。こうした問題は、舌がん切除による実質欠損⁴²⁾だけでなく、脳血管障害の後遺症である運動神経の麻痺^{43,44)}によっても引き起こされる。このような症例に対して、舌と口蓋との接触を回復するために上顎に装着される補綴装置がPAPである。PAPは口蓋床や上顎義歯の口蓋部を利用して製作されるが、どのようにして適当な形態を付与するかは経験的あるいは試行錯誤によって行われていることが多い。我々は、個々の症例の機能障害に応じた設計基準を設けることができれば、さらに治療効果を挙げることができるのではないかと考え、PAPを用いて嚥下障害のリハビリテーションを行っている患者の舌圧測定を試みた。

対象は、嚥下障害のためリハビリテーション病院に入院中の脳梗塞患者1名(68歳男性)であり、測定は、嚥下リハビリテーションのために製作されたPAPならびにあらかじめ製作しておいた厚さ1.2mmの舌圧測定用口蓋床にシアノアクリレート系接着剤を用いてセンサ・シートを貼付して行った。測定項目は最大押し付け時、ゼリー嚥下時の舌圧とした。Ch1, Ch4では、いずれの測定項目においても、口蓋床装着時と比較してPAP装着時において舌圧の増加が見られなかったが、Ch2, Ch3, Ch5において舌圧の増加($P < 0.05$, Mann-Whitney's U検定)が認められ、特に奥舌部が接触するCh3で高い舌圧が認められた。本症例に

おいては、口腔周囲筋や舌の運動機能が低下しているため、口腔前方から後方への食品の搬送が難しく、食品を最初から口腔の奥に挿入し奥舌によって咽頭へ送り込むという摂取形態で訓練が行われていたが、その狙いはPAP装着によって達成されていることが確認された。しかし、側方のCh4とCh5において舌圧が低かったため、PAPのその部位にさらに厚みをもたせ舌との接触を緊密にすることを提案した。調整後、VF検査によって咽頭残留が減少したことが確認され、PAPの設計における舌圧測定の有用性が示された。

おわりに

以上の研究成果から、我々が開発した舌圧センサ・シートを用いた舌圧計測システムは臨床において所期の簡便性と精度を発揮することができ、咀嚼・嚥下障害の診断・治療・リハビリテーションにおいて有用な客観的嚥下機能評価法を構築するためのツールとなる可能性が示唆された。これを受けて、国立大学法人大阪大学とニッタ株式会社は本センサ・シートを特許出願中である(特願2004-17519)。現在著者らは舌圧発現と嚥下関連筋群、嚥下音との協調性について探索を進めており、その結果をもとに、将来本システムを顎運動や口腔・咽頭の筋活動と連動した包括的な咀嚼・嚥下機能診断システムに発展させたいと考えている。

謝 辞

舌圧測定システムの臨床応用の機会を与えて頂きました聖霊三方原病院リハビリテーションセンター 藤島一郎センター長、聖霊クリストファー大学リハビリテーション学部小島千枝子教授に深謝します。また、本研究の遂行に協力頂いた森居研太郎、松田謙一、吉仲正記、鳥貫靖士、中屋真理子、岩田久之はじめ教室員各位に深く感謝の意を表します。

本研究は文部科学省21世紀COEプログラム「フロンティアバイオデンティストリーの創生」

科学研究費補助金基盤研究 B (#1370631) および厚生科学研究費助成金 (長寿科学総合研究事業) のサポートを受けて行った。

文 献

- 1) 日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会 (2002) : 歯科医療領域 3 疾患の診療ガイドライン (河野正司編). 1 版, 日本補綴歯科学会, 東京, 35-41, 平成 14.
- 2) Manly R. S., Braly L. C. (1957) : Masticatory performance and efficiency. *J. Dent. Res.*, 29, 448-462.
- 3) 渡辺誠, 今村太郎, 鹿沼晶夫, 根本一男 (1982) : 比色法を用いた咀嚼能率の簡易測定法の開発: 義歯装着者における咀嚼能率. 補綴誌, 26, 687-696, 昭和 57.
- 4) 増田元三郎 (1981) : ATP 顆粒剤を用いた吸光度法による新しい咀嚼能力測定法. 日口科誌, 30, 103-110, 昭和 56.
- 5) 山本誠 (1993) : 全部床義歯装着者の咀嚼能率, 咀嚼筋活動および下顎運動による咀嚼機能評価. 阪大歯学雑誌, 38, 303-331, 平成 5.
- 6) 沖山誠司, 吉田実, 山本誠, 森井まどか, 野首孝祠 (1996) : 試験用グミゼリーの物性と咬合接触状態が咀嚼能率に及ぼす影響. 補綴誌, 40, 710-717, 平成 8.
- 7) 沖山誠司 (1998) : 試験用グミゼリーの硬さの違いが咀嚼機能に及ぼす影響. 阪大歯学雑誌, 43, Thesis 1-16, 平成 10.
- 8) Okiyama S., Ikebe K., Nokubi T. (2003) : Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J. Oral Rehabil.*, 30, 278-282.
- 9) 梅原亜紀, 野首孝祠, 安井 栄, 中村喜美恵, 沖山誠司, 山本 誠 (1997) : 全部床義歯装着者において試験用グミゼリーを用いる咀嚼能率診査法の改良. 補綴誌, 41, 平成 9.
- 10) Mojet, J., Hazelhof, E. C. and Heidema, J. (2001) : Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Threshold Sensitivity to the Five Basic Taste?. *Chemical Senses*, 26, 845-860.
- 11) Arey, L. B., Tremaine, M. J., Monzingo, F. I. (1935) : Numerical and topographical relations of taste buds to human circumvallate papillae throughout life span. *Anat. Rec.*, 64, 9-25.
- 12) Henkin, R. I., Keiser, H. R., Jaffe, I. R., Sternlieb, I., Scheinberg, I. H. (1967) : Decreased taste sensitivity after D-penicillamine reversed by copper administration. *Lancet*, 2, 1268-1271.
- 13) Cohen, T., Gitman, L. (1959) : Oral complaints and taste perception in the aged. *J. Gerontol.*, 2, 294-298.
- 14) Furuya, M., Yoshinaka, M., Ikebe, K., Shimanuki, Y., Nokubi, T. (2004) : Association of taste sensation with oral status in older adults. *82th. IADR general session*. 1959.
- 15) Manly, R. S., Vinton, P. (1951) : A survey of the chewing ability of denture wearers. *J. Dent. Res.*, 30, 314-321.
- 16) 古谷暢子, 野首孝祠 (1999) : 実験用口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響 —形態的な要因について—. 補綴誌, 43, 236-243, 平成 11.
- 17) Murphy, W. M. (1971) : The effect of complete dentures upon taste perception. *Br. Dent. J.*, 130, 201-205.
- 18) Henkin, R. I., Christiansen, R. I. (1967) : Taste thresholds in patients with dentures. *J. A. D. A.*, 75, 118-120.
- 19) 古谷暢子, 池原晃生, 野首孝祠 (1995) : 実験用口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響 —装着直後の変化—. 補綴誌, 39, 662-669, 平成 7.
- 20) 古谷暢子, 池原晃生, 野首孝祠 (1996) : 実験用口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響 —装着直後 2 週間後の変化—. 補綴誌, 40, 718-724, 平成 8.
- 21) 古谷暢子, 野首孝祠 (1998) : 実験用口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響 —心理的な要因について—. 補綴誌, 42, 875-880, 平成 10.
- 22) Umaphathi T., Venketasubramanian N., Leck K. J., Tan C. B., Lee W. L., Tjia H. (2000) : Tongue deviation in acute ischaemic stroke: a study of supranuclear twelfth cranial nerve palsy in 300 stroke patients. *Cerebrovasc. Dis.*, 10, 462-465.
- 23) Schneider J. S., Diamond S. G., Markham C. H. (1986) : Deficits in orofacial sensorimotor function in Parkinson's disease. *Ann. Neurol.*, 19, 275-282.

- 24) Leopold N. A., Kagel C. K. (1996) : Pharyngeal dysphagia in Parkinson's disease. *Dysphagia*, 11, 14-22.
- 25) Davis J. W., Lazarus C., Logemann J., Hurst P. S. (1987) : Effect of a maxillary glossectomy prosthesis on articulation and swallowing. *J. Prosthet. Dent.*, 57, 715-719.
- 26) Logemann J. A., Kahrilas P. J., Hurst P., Davis J., Krugler C. (1989) : Effects of intraoral prosthetics on swallowing in patients with oral cancer. *Dysphagia*, 4, 118-120.
- 27) Palmer J. B., Rudin N. J., Lara G., Crompton A. W. (1992) : Coordination of mastication and swallowing. *Dysphagia*, 7, 187-200.
- 28) Hiiemae K. M., Heath M. R., Heath G., Kazazoglu E., Murray J., Sapper D., Hamblett K. (1996) : Natural bites, food consistency and feeding behaviour in man. *Arch. Oral Biol.*, 41, 175-189.
- 29) Palmer J. B., Hiiemae K. M., Liu J. (1997) : Tongue-jaw linkages in human feeding: a preliminary videofluorographic study. *Arch. Oral Biol.*, 42, 429-441.
- 30) Hiiemae K. M., Palmer J. B. (1999) : Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on food of different initial consistency. *Dysphagia*, 14, 31-42.
- 31) 小野高裕, 堀 一浩, 野首孝祠, 角田 明, 古川惣平 (2003) : Digital Subtraction Angiography を用いたグミゼリーの咀嚼・嚥下動態評価. 補綴誌, 47, 107-116.
- 32) Koshino H., Hirai T., Ishijima T., Ikeda Y. (1997) : Tongue motor skills and masticatory performance in adult dentates, elderly dentates and complete denture wearers. *J. Prosthet. Dent.*, 77, 147-152.
- 33) Shaker R., Cook I. J., Dodds W. J., Hogan W. J. (1988) : Pressure-flow dynamics of the oral phase of swallowing. *Dysphagia*, 3, 79-84.
- 34) 齋藤洋子, 本吉 満, 有本方恵, 糸井健太郎, 嶋崎隆壽, 納村晋吉 (1999) : 正中口蓋部に生じる嚥下時の舌圧について. 日矯歯誌, 58, 303-308, 平成 11.
- 35) 横山美加, 道脇幸博, 小澤素子, 衣松令恵, 道 健一 (2000) : 嚥下時の舌圧測定に関する基礎的研究. 口科誌, 49, 171-176, 平成 12.
- 36) 萬屋 陽, 田村文登, 向井美恵 (2002) : 口蓋部舌圧測定による舌運動評価—口蓋床の厚みが嚥下時舌運動に与える影響—. 日摂食嚥下リハ誌, 6, 93-103, 平成 14.
- 37) Ono T., Hori K., Nokubi T. (2004) : Pattern of tongue pressure on hard palate during swallowing. *Dysphagia*, 19, 259-264.
- 38) 耕田英樹 (1999) : 試験用グミゼリーを用いた上顎顎義歯装着者の咀嚼機能評価. 阪大歯学誌 44, (Thesis), 平成 11.
- 39) 小野高裕, 耕田英樹, 堀 一浩, 寺内美智子, 長島正, 野首孝祠 (1999) : 補綴治療を行った口腔腫瘍術後患者の摂食機能に影響を及ぼす因子 (第1報) 摂食時における問題点. 顎顔面補綴, 22, 7-17, 平成 11.
- 40) 小野高裕, 耕田英樹, 堀 一浩, 寺内美智子, 長島正, 野首孝祠 (1999) : 補綴治療を行った口腔腫瘍術後患者の摂食機能に影響を及ぼす因子 (第2報) 食品摂取能力について. 顎顔面補綴, 23, 87-97, 平成 11.
- 41) 窪田俊夫 (1982) : 脳血管障害における麻痺性嚥下障害—スクリーニングテストとその臨床応用について. 総合リハ, 10, 271-276, 昭和 57.
- 42) 小野高裕, 野首孝祠 (2000) : 摂食・嚥下障害のリハビリテーション/術後早期の咀嚼・嚥下訓練と歯科補綴的アプローチ. 『口腔中咽頭癌のリハビリテーション』, 医歯薬出版, 東京, 171-184, 平成 12.
- 43) 小野高裕, 野首孝祠 (2000) : リハビリテーションの進め方/歯科補綴的アプローチ. 『医師・歯科医師のための摂食・嚥下障害ハンドブック』, 医歯薬出版, 東京, 139-145, 平成 12.
- 44) 濱村真理, 小野高裕, 野首孝祠, 本田公亮 (2004) : 補綴装置とバイオフィードバック法を用い会話明瞭度が改善した dysarthria の 1 例. 音声言語医学, 45, 276-282, 平成 16.

Application of short-form oral health impact profile on elderly Japanese

Kazunori Ikebe¹, Catherine A. Watkins², Ronald L. Ettinger³, Hidenori Sajima¹ and Takashi Nokubi¹

¹Department of Removable Prosthodontics, Graduate School of Dentistry, Osaka University, Osaka, Japan

²Department of Preventive Community Dentistry, College of Dentistry, University of Iowa, Iowa City, IA, USA

³Department of Prosthodontics and Dows Institute for Dental Research, College of Dentistry, University of Iowa, Iowa City, IA, USA

Gerodontology 2004; 21; 167–176

Application of short-form oral health impact profile on elderly Japanese

Objectives: The purpose of this study was to use the oral health impact profile (OHIP-14) to evaluate the impact of oral disease on the quality of life of a group of independently-living elderly persons in an urban area of Japan.

Subjects: A total of 1244 participants of the Senior Citizen's College, who attended the lectures once a week. They were community-dwelling, independently-living people over 60 years of age.

Measurements: Japanese version of the short-form OHIP-14.

Results: Internal reliability for the 14 items overall was very high (Cronbach's $\alpha = 0.95$). Report of 'painful aching' and 'uncomfortable to eat' were the two most highly scored items using the mean sum OHIP-14 score. A multiple logistic regression analysis indicated that the sum OHIP-14 score had significant associations with self-assessment of general health, dental status, and a perceived need for dental treatment. However, age, gender, dissatisfaction with financial status or education level was not significantly associated with the sum OHIP-14. Compared with that of other countries, the items were ranked similarly, whereas the perceived magnitudes of the problems were quite different from other population.

Conclusions: The OHIP-14 in Japanese had a high internal reliability, was significantly associated with dental status and comparable ranking for items when compared with studies from other countries.

Keywords: quality of life, oral health impact profile, OHIP, dental status, international comparison.

Accepted 17 May 2004

Introduction

Since World War II, economic growth in Japan has led to improved public health and medical services, which have increased life expectancy of the Japanese population. As a result, the proportion of older people during the past few decades has increased, accelerated by a decrease in the birth rate¹. In the year 2002, Japan's average life expectancy reached 78.4 years for males and 85.3 years for females, which is the highest in the world. The disability-adjusted life expectancy, the so-called 'healthy life expectancy' of the Japanese, is 75.0 years and is also the highest in the world². In Japan, most old people (95.5% of those 75–79 years, 90.8% of those 80–84 years, and 79.1% of those 85 years and over) are functionally independent and have no limitations in their daily activities¹.

The extension of people's lifespan and the enhancement of their quality of life are two central goals of health care systems, as reflected in policies developed by the World Health Organisation. Quality of life is an important outcome of dental care. The majority of dental care strives to restore and maintain oral comfort, function and aesthetics and rarely involves the treatment of life-threatening diseases. Therefore information regarding the impact of dental status and treatment on the quality of life is a recognised need³. Traditional measures of oral health ignore the perceptions and feeling of the person and the effect of their mouth on them⁴.

The oral health impact profile (OHIP), developed in Australia, is an instrument designed to measure oral-health-related quality of life⁵, and has been used in several populations^{6,7}. The short-form

OHIP-14 was developed as a modified version of OHIP and is reported to have good reliability, validity and precision⁸. OHIP-14 has been reported to be a useful instrument for use in a clinical setting⁹.

In view of the culturally specific nature of peoples' perceptions of health, it is important to compare oral-health-related quality of life among countries. The use of health measures in different linguistic and socio-cultural environments raises questions about cultural orientation and values reflected in these measures⁷. Most researches on cross-cultural equivalency of health status measures have been conducted with English-language scales and indices. Allison *et al.* compared item weights of the OHIP of an Australian sample with a sample of English-speaking Canadians and another with French-speaking Canadians and found that although items were ranked similarly, the perceived magnitude of problems were quite different⁷. Most OHIP study populations have been from western countries.

The purpose of this study was to use the OHIP-14 to evaluate the impact of oral disease on the quality of life of a group of independently-living elderly persons in an urban area of Japan.

Methods

The initial study population were all of the registered students (1454 persons) of the Senior Citizens' College of Osaka Prefecture, who attended the program in 2001. The study sample consisted of community-dwelling, independently living people over 60 years of age who attended the lectures once a week. Data were collected during July 2001. Excluding absent students and non-respondents, 1244 participants returned the questionnaires, which was 85.6% of the initial study population.

The purpose of the study and its procedures were described to the subjects and informed consent was obtained before distributing a questionnaire. The study protocol was reviewed and approved by the relevant institutional boards of Osaka University Graduate School of Dentistry. The subjects were given the opportunity to ask questions while completing the questionnaire and were informed that they had the right to refuse to answer any particular question. The questionnaires were identified numerically to protect the privacy of the participants.

The original OHIP consisted of 49 questions or items organised into seven sub-domains of impact: functional limitation, physical pain, psychological discomfort, physical disability, psychological

disability, social disability, and handicap. Slade and Spencer have fully described development of the OHIP instalment and its preliminary evaluation⁵. Briefly, the items were derived from content analysis of interviews with patients with a variety of oral disorders and then grouped into sub-domains to reflect a conceptual model of disease and disease consequences previously proposed by Locker¹⁰.

The short-form OHIP-14 was developed by Slade⁸ because research in a clinical setting often has time limitations, which does not permit the use of the original OHIP. The OHIP-14 instrument is useful for quantifying levels of impact on well-being in a setting where only a limited number of questions can be used. The OHIP-14 includes two question items from each of the impact sub-domains (Table 1). These domains are organised to reflect the hierarchy of increasingly complex and disruptive impacts or problems. The first three domains – functional limitations, physical pain and psychological discomfort – include items that have impact primarily limited to the individual's experience, whereas items in the disability and handicap domains represent impacts or problems that may alter everyday activities and social roles^{6,8}. Each question asks, 'During the last year, how often have the following occurred because of problems with your mouth or teeth?' Response options are 'very often', 'fairly often', 'occasionally', 'hardly ever', and 'never.'

The OHIP-14 was translated into Japanese to develop a version which was appropriate for the local population. It was administered according to the procedures recommended by Guillemin *et al.*¹¹. The translation process involved the forward translation from English into Japanese by three bilingual individuals whose first language was Japanese and then the backward translation from Japanese into English by another three bilingual individuals whose first language was English. All translators worked independently and were not associated with the research in any other way. Furthermore, the back translators did not have access to the original English version.

Once these forward and backward translations were completed, careful word-by-word comparisons of the original and the back translations of both English and Japanese versions were made. The three Japanese translators finalised the Japanese version before pilot-testing a Japanese-speaking sample, after which further modifications were made.

In addition to the OHIP-14 questionnaire, subjects completed a self-administered questionnaire which requested information about age, gender,

Table 1 Questions of oral health impact profile (OHIP)-14.

During the last year, how often have the following occurred?
 0 = never, 1 = hardly ever, 2 = occasionally, 3 = fairly often, 4 = very often

1 Functional limitation
 (a) Have you had trouble *pronouncing any words* because of problems with your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you felt that *your sense of taste* has worsened because of problems with your teeth, mouth or dentures?

2 Physical pain
 (a) Have you had *painful aching* in your mouth?
 (b) Have you found it *uncomfortable to eat any foods* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

3 Psychological discomfort
 (a) Have you been *self-conscious* because of your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you felt *tense* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

4 Physical disability
 (a) Has your *diet been unsatisfactory* because of problems with your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you had to *interrupt meals* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

5 Psychological disability
 (a) Have you found it *difficult to relax* because of problems with your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you been a bit *embarrassed* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

6 Social disability
 (a) Have you been a bit *irritable* with other people because of problems with your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you had *difficulty doing your usual jobs* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

7 Handicap
 (a) Have you felt that life in general was *less satisfying* because of problems with your teeth, mouth or dentures?
 (b) Have you been *totally unable to function* because of problems with your teeth, mouth or dentures?

self-assessed general health, domicile, employment, satisfaction with financial status, educational level, dental status (complete denture, removable partial denture, or natural dentition), and perceived need for dental treatments.

Statistical analysis

Typically weighting of a self-assessment research item is carried out to allow the relative severity or importance of the events described by scale items to be incorporated into scale scores. Weighting items has the potential to increase a scale's validity and predictive ability. However, calculating weighted scores is more complex, time-consuming and can introduce errors that are not introduced when all items are considered to be of equal significance. Although reports of the use of weighting of the OHIP items did demonstrate a slight improvement in the performance of the OHIP, it was determined that the simple scoring methods were comparable and therefore preferable to more sophisticated ones¹². Thus, a simple non-weighted scoring method was used in this study.

The OHIP-14 scores were calculated in two ways¹². The first method was a simple counting of the number of items to which a subject responded 'fairly often' or 'very often'. This reduced the response scale to a dichotomy and provided the

number of functional and psychosocial impacts experienced on a yearly level. This method was termed the simple-count method (OHIP-14 SC). The second method was to sum the numeric response codes (0 for 'never', 1 for 'hardly ever', 2 for 'occasionally', 3 for 'fairly often', and 4 for 'very often') for all 14 items producing a single summative score for each respondent⁷. This method incorporated the full range of impact responses, irrespective of their frequency. The summary score was called the sum OHIP-14. Internal consistency was assessed using Cronbach's reliability coefficient α based on single summary score between two items in the same dimension and among all 14 items.

The OHIP-14 SC and sum OHIP-14 were compared with demographic and dental variables as well as to previous reports from other populations^{5,6,8}. Statistical analyses included descriptive analyses, the Mann-Whitney *U*-test, the Kruskal-Wallis test and a logistic regression analysis using SPSS version 11.0.

Multiple logistic regression analysis was used to identify variables independently associated with the sum OHIP-14. This dependent variable was dichotomised comparing the proportion of subjects with a sum OHIP-14 of 11 or more to subjects with 10 or less using the median split as described in a study by Locker *et al.*¹³. The independent variables

were age, gender, self-assessed general health, spouse, living alone, employment, financial status, education level, dental status, and perceived need for dental treatment. Initially, all independent variables were forced into the logistic regression model. Secondly, independent variables were entered into the model by the forward stepwise method. In the final model, only determinants that were statistically significant at $p < 0.05$ were included by the forward stepwise method. Beta coefficient, standard error, p -values, odds ratio, and 95% confidence intervals were estimated.

Results

Subjects who left a response for any question blank were excluded from this analysis ($n = 302$). The number of completed questionnaires was 942, or 75.7% of the total sample. The mean age of the subjects was 67.1 ± 4.4 years, and 59.4% were male.

Internal consistency for the individual questions using Cronbach's α for seven of the domains ranged from 0.68 to 0.86, indicating good reliability for those dimensions (Table 2). Internal reliability for the 14 items overall was very high ($\alpha = 0.95$)⁷.

The mean of the OHIP-14 SC was 0.44 ± 1.42 (SD), although the distribution ranged from 0 to 14 and was highly skewed (Fig. 1). Only 16.2% of the subjects reported at least one oral health impact (fairly often or very often) over the last year.

The percentages of the non-responders for each question ranged from 3.1% (taste worse) to 5.5% (difficulty doing jobs). The individual's OHIP scores of the excluded sample were compared with the reported sample. No significant difference was found between the both groups in any 14 items. Consequently, we believe non-respondents were

Table 2 Internal consistency of the Japanese version OHIP-14 ($n = 942$).

Domain	Consistency (Cronbach's coefficient α)
Functional limitation	0.73
Physical pain	0.68
Psychological discomfort	0.82
Physical disability	0.84
Psychological disability	0.81
Social disability	0.85
Handicap	0.86
Overall 14 questions	0.95

Internal consistency was assessed using Cronbach's reliability coefficient α based on single summary score.

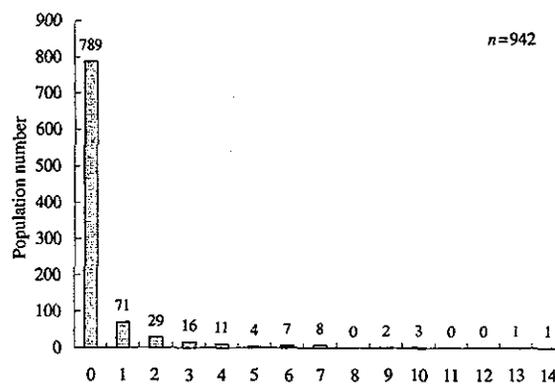


Figure 1 Distribution of OHIP-14 SC (fairly often or very often).

not significantly biased and should not affect the main focus of this study.

The percentage of persons reporting an oral health impact for each item ranged from 8.1% (uncomfortable to eat, 2-b) to 0.5% (difficulty doing jobs, 6-b and unable to function, 7-b) (Table 3). The most prevalent items were those in the sub-domain of physical pain (2-a,b) and psychological discomfort (3-a,b), while items in the social disability sub-domain (6-a,b) and being unable to function (7-b) were reported by <1% of the respondents.

The mean of the sum OHIP-14 was 10.93 ± 8.79 (SD), although the distribution of the sum OHIP ranged from 0 to 48 and was not normal (Fig. 2). The mean of the individual OHIP scores for each item ranged from 1.23 (painful aching, 2-a) to 0.51 (irritable with others, 6-a) (Table 3). Report of 'painful aching' and 'uncomfortable to eat' (2-a,b) in the physical pain sub-domain were the two most highly scored items using the mean sum OHIP-14 score. The next most highly scored items were 'diet unsatisfactory' (4-a) and 'tense' (3-b) from the physical disability and the psychological discomfort sub-domains respectively. The four most frequently reported items having an impact on quality of life represented three subdomains, which were physical pain, psychological discomfort and physical disability. The four items reported to occur most frequently in the last year as measured by the OHIP-SC were physical pain, psychological discomfort, and functional limitation sub-domains. The domains of social disability (6-a,b) and handicap (7-a,b) were reported least frequently by both scoring methods.

Bivariate analyses

Subjects with a poor self-assessment of general health, dissatisfied with their financial status,

Table 3 Summary of the simple count and single summary item scores for OHIP-14 from Osaka (*n* = 942).

Domains	Items	OHIP-SC ^a		Individual's OHIP score ^b		Non-responder
		%	Rank	Mean (SD)	Rank	
1a	Functional limitation					
	Trouble pronouncing words	4.4	6	0.70 (0.79)	9	4.3
1b	Taste worse	4.5	4	0.74 (0.78)	8	3.1
2a	Physical pain					
	Painful aching	4.5	4	1.23 (0.77)	1	3.3
2b	Uncomfortable to eat	8.1	1	1.14 (0.95)	2	4.1
3a	Psychological discomfort	5.2	2	0.83 (0.88)	5	4.6
	Self-conscious	4.9	3	0.95 (0.81)	4	4.4
3b	Tense					
4a	Physical disability	3.9	7	0.97 (0.73)	3	4.2
	Diet unsatisfactory					
4b	Interrupt meals	1.4	10	0.66 (0.52)	10	4.7
5a	Psychological disability	2.1	8	0.82 (0.63)	6	4.6
	Difficult to relax					
5b	Been embarrassed	2.1	8	0.74 (0.64)	7	5.0
6a	Social disability	0.7	12	0.51 (0.42)	14	5.1
	Irritable with others					
6b	Difficulty doing jobs	0.5	13	0.54 (0.43)	12	5.5
7a	Handicap	1.2	11	0.60 (0.48)	11	5.3
	Life unsatisfying					
7b	Unable to function	0.5	13	0.52 (0.40)	13	5.4

^aThe OHIP-SC indicates the proportion of persons who responded 'fairly often or very often'.

^bThe individual's OHIP score is the mean of the codes: 0 = never, 1 = hardly ever, 2 = occasionally, 3 = fairly often, and 4 = very often).

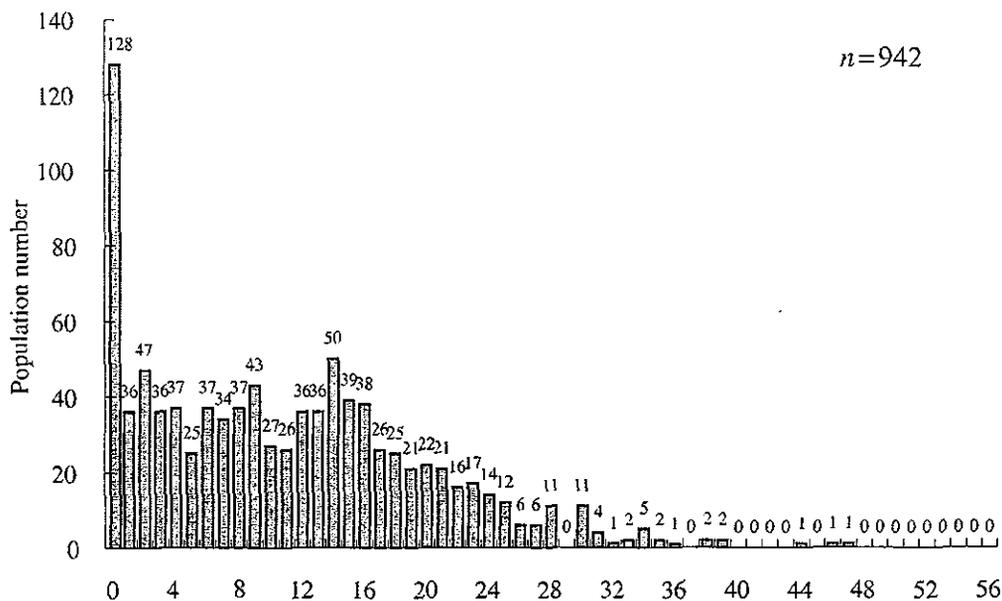


Figure 2 Distribution of sum OHIP-14.

without a college education, with a removable denture, and with a perceived need for dental treatment, had significantly higher mean scores of OHIP-14 SC. This suggests that they had a frequency of oral impacts compared with their peers (Table 4). There were no significant differences in the mean OHIP-14 SC scores by age, gender,

marital status, living status or employment status (*p* < 0.05). The bivariate analyses using the sum of OHIP-14 measure found associations with self-assessment of general health, financial status, education level, dental status, and a perceived need for dental treatment which was very similar to the results of the OHIP-14SC scores (Table 4).

Table 4 Mean and standard deviation of OHIP-14 SC and sum OHIP-14 for the 60+ Japanese in Osaka.

	n ^a	OHIP-14 SC		sum OHIP-14	
		Mean (SD)	p-value ^b	Mean (SD)	p-value
Total	942	0.44 (1.42)		10.93 (8.79)	
Age					
60–69 years	673	0.44 (1.39)	ns	10.85 (8.82)	ns
70+ years	265	0.46 (1.51)		11.23 (8.75)	
Gender					
Male	560	0.39 (1.34)	ns	10.63 (8.67)	ns
Female	382	0.52 (1.52)		11.37 (8.95)	
Self-assessed general health					
Good/fair	817	0.38 (1.30)	<0.001	10.55 (8.56)	<0.001
Poor	77	1.16 (2.33)		16.53 (9.85)	
Spouse					
With spouse	742	0.42 (1.41)	ns	10.99 (8.77)	ns
Without spouse	200	0.50 (1.44)		10.73 (8.89)	
Living alone					
With family	825	0.43 (1.41)	ns	10.98 (8.81)	ns
Alone	117	0.48 (1.48)		10.61 (8.68)	
Employment					
Working	175	0.47 (1.60)	ns	10.74 (8.96)	ns
Retired	766	0.43 (1.38)		10.99 (8.75)	
Financial status					
Satisfied/fair	857	0.39 (1.32)	0.001	10.72 (8.61)	0.021
Dissatisfied	85	0.93 (2.14)		13.04 (10.25)	
Education level					
High school or less	596	0.51 (1.58)	0.038	11.41 (9.06)	0.028
College, University	346	0.32 (1.08)		10.11 (8.25)	
Dental status					
Natural dentition	536	0.16 (0.72)	<0.001	7.36 (7.08)	<0.001
Removable partial denture	304	0.61 (1.55)		15.17 (7.93)	
Complete denture	102	1.41 (2.72)		17.10 (10.25)	
Perceived need for dental treatment					
Yes	525	0.66 (1.75)	<0.001	13.11 (9.20)	<0.001
No	375	0.09 (0.45)		7.70 (7.00)	

ns, not significant.

^aMay not add to 942 because of missing values.

^bMann–Whitney test, $\alpha = 0.05$. OHIP-14 scores were calculated in two ways. The first consisted of a count of number of items to which a subject responded 'fairly often or very often'. This method was termed the simple-count method and made OHIP-14 SC. The second summed the response codes for 14 items to produce single summary score for individual. This was called the sum OHIP-14.

Multivariate analyses

Multivariate analyses allows for the assessment of the independent contribution of each factor while adjusting for the effect of other variables in the model. Results from the multiple logistic regression analysis indicated that measures of oral and general health were significantly related to the dichotomised sum of OHIP-14 scores whereas the sociodemographic variables were not. Table 5-a summarises the logistic model with all independent variables forced into the model and Table 5-b shows the final

model as a result of the stepwise forward selection method. Comparison of the models shows that the non-significant associations in the forced entry method did not approach significance at $\alpha = 0.1$. The variables significantly associated with higher level of oral health impacts or problems were very significant at $p < 0.001$. As shown in Table 5-b, those who assess their general health as 'poor' were almost four times more likely to report more problems or impacts when compared with those persons who assessed their general health as 'good or fair' (OR: 3.96, 95% CI: 2.19–7.18). Respondents

Table 5 Logistic regression analysis for sum OHIP-14 ($n = 942$).

Independent variables	β	SE	<i>p</i> -value	Odds ratio	95% CI for OR	
(a) Using forced entry method						
Age	0.081	0.173	0.641	1.08	0.77	1.52
Gender	-0.033	0.184	0.856	0.97	0.67	1.39
Self-assessed general health	1.363	0.306	<0.000	3.91	2.15	7.12
Spouse	-0.492	0.300	0.101	0.61	0.34	1.10
Living alone	0.182	0.357	0.610	1.20	0.60	2.42
Employment	-0.195	0.197	0.322	0.82	0.56	1.21
Financial status	0.126	0.274	0.646	1.13	0.66	1.94
Education level	0.181	0.169	0.286	1.20	0.86	1.67
Dental status	1.860	0.162	<0.000	6.43	4.68	8.82
Perceived need for dental treatment	0.738	0.157	<0.000	2.09	1.54	2.84
(b) Using forward stepwise method						
Self-assessed general health	1.377	0.303	<0.000	3.96	2.19	7.18
Dental status	1.832	0.159	<0.000	6.25	4.58	8.53
Perceived need for dental treatment	0.739	0.157	<0.000	2.09	1.54	2.85

Dependent variable – sum OHIP-14 score: 0–10 = 0, 11+ = 1, dichotomised using median splits.

Independent variables – age: 60–69 years = 0, 70+ years = 1; gender: male = 0, female = 1; self-assessed general health: good/fair = 0, poor = 1; spouse: with spouse = 0, without spouse = 1; living alone: with family = 0, alone = 1; employment: working = 0, retired = 1; financial status: satisfied/fair = 0, dissatisfied = 1; education level: college, university = 0, high school or less = 1; dental status: natural dentition = 0, with removable denture = 1; perceived need for dental treatment: no = 0, yes = 1.

with a removable denture were over six times more likely to report more impacts than respondents who had a natural dentition (OR: 6.25, 95% CI: 4.58–8.53). The Japanese elders who had a perceived need for dental treatment were about two times more likely to report more oral health impacts or problems as those who did not report a treatment need (OR: 2.09, 95% CI: 1.54–2.85).

Discussion

Researchers who do not have a suitable health-related quality of life instrument available in their own language have two choices: (a) to develop a new measure, or (b) to modify a measure previously validated in another language, known as a cross-cultural adaptation process¹¹. The latter is more feasible in an international collaboration. Therefore, a Japanese version of the short-form OHIP-14 was developed.

While OHIP was intended to provide comprehensive data about the perception of well-being, our research setting was not suitable for using the full 49-item OHIP instrument. Therefore, we adapted the short-form OHIP-14, for which reliability, validity and precision also has been established⁸.

The Japanese version OHIP-14 performed well with regards to reliability because of the very high Cronbach's α value (0.95) for seven of the domains, suggesting that it is a useful instrument for meas-

uring oral-health-related quality of life and that OHIP has international value.

Our study population might be considered healthier and better educated than the average older adult in Japan in that more of our subjects had finished high school (89%) and more had at least a college degree (37%). This is a higher level than the average in the national survey, which reported that 52% had finished high school and 10% had a college degree¹⁴. Data from other studies indicate that higher impacts are reported by elders with less education¹⁵, therefore our results are likely to underestimate the impact of oral health among the general elderly population in Japan.

It was interesting that the sum of the OHIP-14 scores for items such as 'painful aching' and 'diet unsatisfactory' were ranked higher than were those same items using the OHIP-14 SC when the responses 'fairly often' and 'very often' were combined. Our findings show a higher percentage of responses of 'occasionally', suggesting a moderate impact for these two questions among our Japanese elders.

The sum of OHIP-14 was significantly associated with self-assessed general health, dental status and perceived need for dental treatment at both the bivariate and multivariate level of analyses. However, neither dissatisfaction with financial status nor education level was significantly associated