

口腔期摂食嚥下障害体験学習のための 舌機能障害体験用マウスピースの開発

飯 田 貴 俊* 辰 野 雄 一 西 崎 仁 美
 杉 山 俊太郎 田 中 洋 平 美久月 瑠 宇
 林 恵 美 藤 川 隆 義 森 本 佳 成

神奈川歯科大学全身管理医歯学講座全身管理高齢者歯科学分野
 (受付: 2020 年 8 月 24 日, 受理: 2020 年 10 月 7 日)

Development of a Mouthpiece as a Learning Tool for Experiencing Tongue Dysfunction in Oral stage Dysphagia

Takatoshi IIDA *, Yuichi TATSUNO, Hitomi NISHIZAKI, Shuntaro SUGIYAMA,
 Yohei TANAKA, Lou MIKUZUKI, Megumi HAYASHI, Takayoshi FUJIKAWA
 and Yoshinari MORIMOTO

Division of Medically Compromised Geriatric Dentistry, Department of Critical Care Medicine and Dentistry,
 Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University
 82 Inaoka-cho, Yokosuka, Kanagawa 238-8580, Japan.

Abstract

Learning about dysphagia, especially oral stage dysphagia, is important for dentistry students. Pseudo-experience learning through modalities such as hands-on experience training about the elderly is usually used for this purpose, but there has been no modality for experiencing oral stage dysphagia. We developed a mouthpiece (mouthpiece as an impairment simulator for lingual action; MISLA) that allows healthy individuals to experience oral stage dysphagia to deepen their understanding of this condition. We also developed an education program using MISLA and tested it on a few students. The participants were 25 sixth-grade dentistry students (14 males) who took elective courses on geriatric dentistry. They individually performed screening tests such as repeated saliva swallowing test, modified water swallowing test (MWST), and food test, before and after wearing the MISLA. After swallowing water, the residual amount in the oral cavity was measured in the MWST. Coughing due to aspiration during the examination was recorded. A questionnaire survey was conducted after the evaluation. The results of each test were significantly lower when MISLA was worn. The residual water in the oral cavity was significantly higher ($p < 0.05$). Coughing was not observed during the evaluation. The questionnaire survey revealed empathy for dysphagia patients, reflected in statements such as "I experienced the suffering of tongue dysfunction". Tongue-palatal contact was inhibited by wearing MISLA, resulting in oral stage dysphagia and reduced swallowing reflex. MISLA may thus be used as a learning tool to experience dysphagia.

* 責任著者連絡先: 神奈川県横須賀市稲岡町 82

神奈川歯科大学全身管理医歯学講座全身管理高齢者歯科学分野

飯田貴俊

e-mail: t.iida@kdu.ac.jp

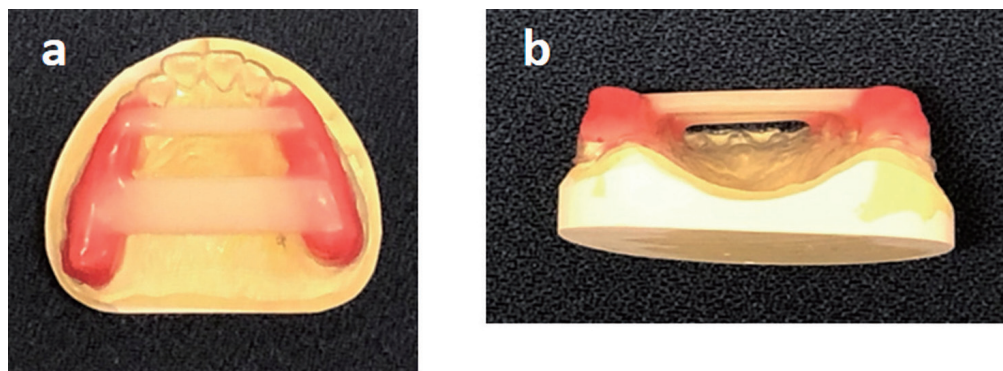


図1 舌運動障害体験用マウスピース (MSLA) の外観

a: 咬合面観 b: 後方面観

緒 言

摂食嚥下障害は嚥下の5期で分けて考えられることが多い。先行期障害では、食物の認知の障害をきたし、つめこみ食べや拒食、盗食などの症状が生じる。準備期障害では歯の喪失や舌・頬・口唇の運動障害などにより咀嚼機能低下が生じ、食塊形成不良となって固形物の摂取が困難となる。口腔期障害では主に舌の機能障害によって口腔から咽頭へ食塊の送り込みが困難となり口腔内残留や食事時間の延長が生じる。咽頭期障害は咽頭から食道への食塊移送の際に障害が生じ、食塊が気管に入る“誤嚥”や食塊等で気道が閉塞する“窒息”が生じる。食道期障害は胃食道逆流など症状によって食道から胃への食塊の移動が困難となる¹⁾。摂食嚥下障害の中で、直接的に生命維持に支障をきたす誤嚥性肺炎や窒息に直結する咽頭期障害に注目が集まりがちであるが、義歯や舌接触補助床など歯科の特異性を生かした対応を考慮すると、歯学部学生教育においては準備期障害、口腔期障害の理解も重要である。口腔期障害の徴候としては口腔内残留があるが、誤嚥・窒息など生命の危険に直結した咽頭期障害と比べ、その重要性が理解されにくい。特に日常的に摂食嚥下障害患者に触れる機会が少ない歯学部学生が口腔期障害を理解するのは困難である。これまで、要介護高齢者の障害体験実習²⁾や、口蓋床を用いた義歯装着体験実習³⁾は存在したが、口腔期障害を体験する方法は存在しない。そこで、われわれは健常者が口腔期障害を疑似体験できる舌運動障害体験用マウスピース (Mouthpiece as Impairment Simulator for Lingual Action; MISLA) の開発を試みた。この装置を装着することによって舌の挙上運動が阻害され、生理的な食塊口腔咽頭移送に必要な舌-口蓋接触が困難となり、嚥下後の口腔内残留が生じる。今回学生相互実習でその効果の確認をおこなった。

方 法

1. 対象

調査対象は2015年10月3日～11月25日および2016年11月2日～11月30日の期間で、選択科目として神奈川歯科大学全身管理医歯学講座全身管理高齢者歯科学分野が行った摂食嚥下リハビリテーション実習に参加した健康上に問題のない歯学部6年生25名(男性14名、女性11名、平均年齢26.9±2.8歳)である。参加者は全員事前に摂食嚥下リハビリテーションについての講義と嚥下スクリーニングテストの実習をおこなっていた。異常な絞扼反射の惹起や、歯列矯正治療中等の理由でマウスピースの作製・装着が困難な者は除外した。

2. 舌機能障害体験用マウスピース作製

事前にアルジネート印象材(デグプリント, デンツブリイシロナ, 東京, 日本)を用いて各学生の概形印象を採得し、硬石膏(ニューダイヤストーン, モリタ, 大阪, 日本)を使用して作業用模型を作製した。熱可塑性軟性スプリント材(厚さ1.0 mm, Erkodule, Erkodent社, Pfalzgrafenweiler, Germany)を吸引加圧生成器(Erkopress ES2002, Erkodent社, Pfalzgrafenweiler, Germany)によって成型しマウスピースを作製し、咬合面に厚さ約3 mmのパラフィンワックス(パラフィンワックス, ジーシー, 東京, 日本)のプレートを設置し、そこに左右の第一大臼歯および左右の犬歯を橋渡しするように、歯科印象トレー用レジン(トレーレジン II, 松風, 京都, 日本)で作成した厚さ約3 mmのレジン棒を埋入し固定してMISLAを完成させた(図1a, b)。マウスピースの作製は臨床経験が5年以上ある歯科医師が作製した。

3. 評価項目

摂食嚥下機能の簡易検査として、反復唾液嚥下テスト (Repetitive saliva swallowing test; RSST)⁴⁾、改

表1 表1 改訂水飲みテスト (MWST)

点数	評価基準
1	嚥下なし, むせる and/or 呼吸切迫
2	嚥下あり, 呼吸切迫 (不顕性誤嚥の疑い)
3	嚥下あり, 呼吸良好, むせる and/or 湿性嘔声
4	嚥下あり, 呼吸良好, むせない
5	4に加え, 反復嚥下が30秒に2回可能

表2 フードテスト (FT)

点数	評価基準
1	嚥下なし, むせる and/or 呼吸切迫
2	嚥下あり, 呼吸切迫 (不顕性誤嚥の疑い)
3	嚥下あり, 呼吸良好, むせる and/or 湿性嘔声, 口腔内残留中等度
4	嚥下あり, 呼吸良好, むせない
5	4に加え, 反復嚥下が30秒に2回可能

1. 舌機能障害体験用マウスピースで飲みにくさを体感できたと思いますか?
A) 思う B) 少し思う C) あまり思わない D) 思わない
2. 今回の実習は学生教育に有意義だと思いますか?
A) 思う B) 少し思う C) あまり思わない D) 思わない
3. 今回の実習の感想を自由に書いてください。

図2 質問紙の内容

訂水飲みテスト (Modified water swallowing test; MWST)⁵⁾, フードテスト (Food test; FT)⁵⁾を学生同士2人一組で相互実習として実施させた。実習の目的にあわせてそれぞれの検査は下記の変更をおこなった。ペアが組めず1人になった場合は教員が相手役をおこなった。

1) RSST⁴⁾

検査者は患者の舌骨および喉頭隆起に第2指と第3指の指腹を軽くあて、30秒間になるべく早く空嚥下するよう指示する。喉頭隆起が第3指を乗り越えて挙上した場合を1回とカウントする。原法では30秒に3回未満を陽性と判断するが、今回はカウント数を結果として記録させた。

2) MWST⁵⁾

3mlの冷水をシリンジで口腔底に注入し、嚥下するよう指示する。嚥下後、反復嚥下を2回おこなわせる。嚥下状態によって5段階で評価する (表1)。原法では4点以上の場合には、さらに最大で2施行繰り返しおこない、その中で最も悪い点を評点とし、3点以下を異常とするが、今回は1施行のみおこなわせ、点数を記録させた。今回はシリンジとして5ml中口のJMSシリンジ (JS-S05C, JMS, 広島, 日本)を使用した。さらに今回は変法として1回目の嚥下後に吐き出し法でコップに口腔内残留物を吐き出させ、それを検査後にシリンジで吸って量を0.1ml単位で計測させた (口腔内残留量)。

3) FT⁵⁾

ティースプーン1杯量 (約4g) のゼリーを舌背前部に置き、食させる。嚥下後、反復嚥下を2回おこな

わせる。嚥下状態によって5段階で評価する (表2)。口腔内残留の有無が評価基準の3点に加わっているところが、MWSTとの大きな違いである。MWST同様、原法では4点以上の場合には、さらに最大で2施行繰り返しおこない、その中で最も悪い点を評点とし、3点以下を異常とするが、今回は1施行のみおこなわせ、点数を記録させた。また、FT後の口腔内残留の有無を記録した。評価用のゼリーとして、りんご味のゼリー (エンゲリード®アップルゼリー, 大塚製薬工場, 徳島, 日本)を使用した⁶⁾。

検査中に誤嚥による咳嗽があった場合は記録用紙にその回数を記録させた。MISLA未装着時とMISLA装着時に評価をおこなわせた。

4. 統計解析

統計解析には、SPSS Statistics 26 (IBM Japan, 東京, 日本)を使用した。RSST, MWST, FT, 口腔内残留量の結果はWilcoxon符号付順位検定を、FT後の口腔内残留有無はMcNemar検定を用いて統計解析をおこなった。有意水準は $p < 0.05$ とした。必要症例数は、先行研究⁴⁾をもとに、 α エラー5%, β エラー20%, 両側検定として計算すると、効果量0.60で必要なサンプルサイズは25名と算出された (G*Power, Kiel University, Germanyを使用)。

5. 質問紙調査

実習後に質問紙調査を実施した。質問項目を図2に示す。実習の感想については自由記載させた。調査は無記名でおこない、記入後にその場ですべて回収した。

6. 倫理的配慮

本研究は神奈川歯科大学倫理委員会の承認を得てお

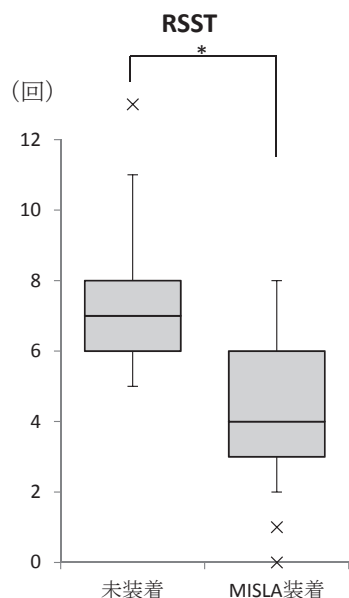


図3-1 舌運動障害体験用マウスピース (MISLA) 装着前後での反復唾液嚥下テスト (RSST) 嚥下回数の比較 (* $p<0.05$)

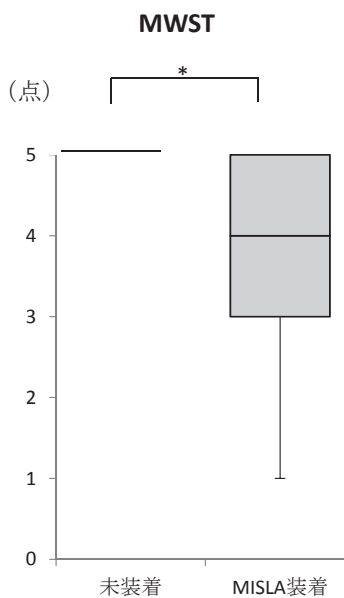


図3-2 舌運動障害体験用マウスピース (MISLA) 装着前後での改訂水飲みテスト (MWST) 点数の比較 (* $p<0.05$)

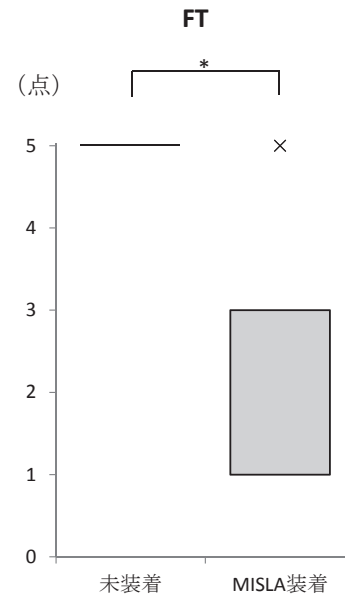


図3-3 舌運動障害体験用マウスピース (MISLA) 装着前後でのフードテスト (FT) 点数の比較 (* $p<0.05$)

結 果

参加者 25 名のうち、絞扼反射の惹起や、歯列矯正治療中などの理由で実習が行えなかった者はいなかった。検査中誤嚥による咳嗽をみとめた者はいなかった。

1. 相互実習検査結果

相互実習として行った検査結果を図 3-1, 3-2, 3-3 に示す。RSST では、マウスピース未装着時 (7 [6-8], 中央値 [四分位範囲]) よりも MISLA 装着時 (4 [3-6]) が有意に低値を示した ($p=0.000017$)。MWST ではマウスピース未装着時 (5 [5-5]) と MISLA 装着時 (4 [3-5]) の間で有意差が認められた ($p=0.000834$)。水 3 ml 嚥下後の口腔内残留量はマウスピース未装着時 (0.0 [0.0-0.0] ml) よりも MISLA 装着時 (1.0 [0.0-2.0] ml) が有意に高値であった ($p=0.000191$) (図 4)。FT ではマウスピース未装着時 (5 [5-5]) よりも MISLA 装着時 (3 [1-3]) が有意に低値を示した ($p=0.000015$)。FT 後の口腔内残留有無はマウスピース未装着時 0% (0/25) よりも MISLA 装着時 92% (23/25) の方が有意に高値であった ($p=0.00000024$)。

2. 質問紙調査結果

回収率は 100% であった。『舌機能障害体験用マウスピースで飲みにくさを体験できたと思いますか?』は 25 名全員が『思う』と答えた。『今回の実習は学生教育に有意義だと思いますか?』は 23 名 (92%) が『思

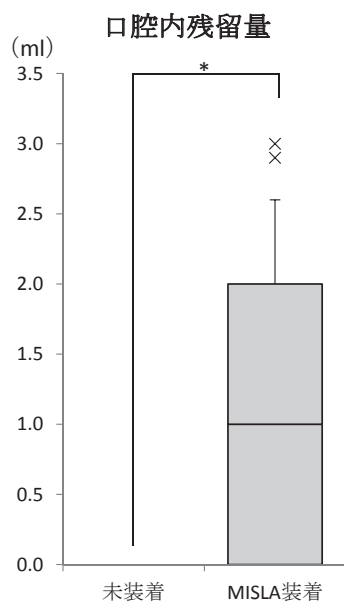


図4 舌運動障害体験用マウスピース (MISLA) 装着前後での 3 ml 冷水嚥下後の口腔内残留量の比較 (* $p<0.05$)

こなった (第 413 番)。研究参加に際し、被験者には研究内容や研究参加が成績に影響しない事について説明し、書面にて同意を得た。

本実習は学生教育に有意義だと思うか

■思う ■少し思う ■あまり思わない ■思わない

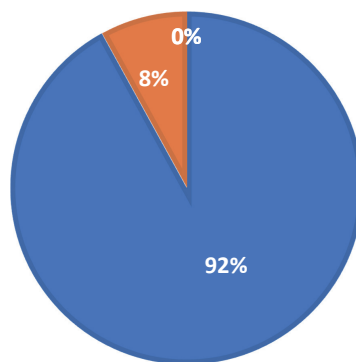


図5 質問紙調査結果「今回の実習は学生教育に有意義だと思いますか？」

表3 実習の感想（自由記載）

- 舌機能障害の辛さが体験できた
- 口蓋に装置を入れるだけでこんなに辛いと思わなかった。普通にできる嚥下が大変でした。
- 嚥下障害の人の気持ちがわかったので良かった。
- 口腔期の障害はとてもきついということがわかった。
- 舌の麻痺による発音・嚥下の障害がどのようなものなのか身をもって体験できたのが非常に良かったです。
- 予想よりもみづらかった。
- 口腔期障害患者の気持ちが良く分かりました。



図6 口腔期における舌の挙上と食塊の口腔咽頭移送

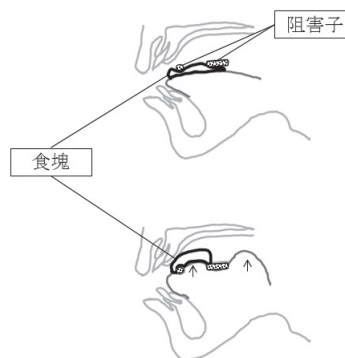


図7 舌運動障害体験用マウスピース（MISLA）の仕組み
障害子により舌の挙上の障害、舌-口蓋接触防止によって食塊は後方移動しなくなり、口蓋部に停滞する。

う』と答え、2名が『少し思う』と答えた（図5）。実習の感想（自由記載）の結果を表3に示す。

考 察

1. 舌機能障害体験用マウスピースの効果について

今回健常者が口腔期障害を体験するために MISLA の開発をおこなった。口腔期に食塊を口腔内から咽頭へ移送する際には、舌前方部から徐々に口蓋へ接する

ように挙上していく事によって咽頭方向への推進力が発生する（図6⁷⁾。舌の可動域制限が生じ舌と口蓋の接触が正常におこなえなくなると、口腔期障害が生じる。実際に、口腔腫瘍術後の下顎・舌切除を伴う口腔期障害患者で舌可動域が低下していたという報告がある⁸⁾。MISLA を装着することによって2本のレジン棒（障害子）が舌と口蓋の接触を妨害し、人工的に舌可動域制限が生じ、食塊が咽頭方向へ向かう推進力が

発生しなくなり、その結果口腔内に食塊が残留すると思われる（図 7）。障害子の位置および量は今後も検討が必要と思われるが、今回の設定は数回の予備試験によって絞扼反射が起きにくく、かつ障害子を超えて舌が口蓋に接触しにくい位置として設定した。第一大臼歯に沿って後方の障害子を設置しているが、この位置は舌の口峡部付近に相当し、口蓋最深部に近い位置である。さらに後方にすれば口腔期障害も重度になると思われたが、第二大臼歯相当部まで後ろにさげると、絞扼反射が発生しやすかった。前方障害子は犬歯相当部であり、おおよそ後方障害子と口蓋部前縁の間点に来るよう位置を設定した。舌は可動性が高く、一本の障害子では口蓋部への接触を防ぐには不十分であったため、2 本目の障害子として必要となった。舌の位置としては舌尖部に相当し、嚥下反射のアンカー作用⁷⁾に重要な働きをする部位であるため、障害子による運動障害によって嚥下反射そのものに影響を来す可能性がある。また、障害子の太さは、予備試験において糸状の障害子、約 1 mm 径の障害子を用いたところ、舌の可動性の高さから口蓋部への接触を防ぐのに不十分であったが、3 mm 径の障害子では口蓋部への接触が障害されたため、今回は 3 mm 径のレジン棒を使用した。3 mm 径の障害子を咬合面上に設置するため、1 mm のスプリント材と合わせて約 4 mm 咬合が挙上されたことになる。過去の報告では、4 mm の咬合挙上で嚥下困難感が有意に増加し、6 mm の咬合挙上では舌骨上筋の表面筋電図積分値が有意に増加し、食道入口部嚥下圧の有意な低下がみられた⁹⁾。MISLA の嚥下障害体験効果は、咬合挙上による影響も含まれている可能性がある。

マウスピースの素材については、容易に着脱可能とするため、ベースには軟性スプリント材を使用した。障害子は嚥下時の舌の圧に耐えられるよう、ある程度の硬さを必要とするため、トレーレジンを使用した。障害子を軟性スプリント材に固定するため、接着性と機械的嵌合力を発揮でき、技工操作が簡便なパラフィンワックスを使用した。

2. 評価項目の比較について

今回の結果から MISLA 装着によって嚥下反射惹起性低下がみられた。RSST ではマウスピース未装着時よりも MISLA 装着時が有意に低値であったが、この原因としては舌尖部の障害子の影響により嚥下時の舌のアンカー作用がえられなかったこと、および唾液を口腔から咽頭へ送り込みにくくなったことによる嚥下時間、特に口腔相の延長が考えられる。

今回の結果で、FT でマウスピース未装着時よりも MISLA 装着時が有意に低値だった原因としては、実

習中誤嚥を疑う所見がなかったことから、評価項目の 3 点：口腔内残留が多く見られたため MISLA 装着時の点数が低下したと考えられる。さらに、MISLA 装着時の平均値が 3 を下回っていることから、口腔内残留だけでなく、1 点：嚥下不可の学生もいたと考えられる。舌腫瘍術後の口腔期障害患者での FT 結果は 4 人中 3 人が 3 点だったという報告がある⁸⁾。FT 後の口腔内残留有無では 92% の被験者で口腔期障害の主な徴候である口腔内残留が見られた。嚥下後の口腔内残留の評価は過去の文献では嚥下造影検査を使用したものが多い¹⁰⁻¹²⁾が、目視による口腔内確認で評価している報告も存在する¹³⁾。3 ml の水分嚥下後の口腔内残留量の結果を見ても、MISLA 装着時に有意に増加していることから、ゼリー、水分どちらを嚥下する際にも口腔期障害が生じていたと考えられる。

MWST でも MISLA 装着時に有意に数値が低値であったが、FT ほどではなかった。一方で、水分嚥下後の口腔内残留量は有意に増加していた。これは MWST では口腔内残留の項目がないため、MISLA 装着によって口腔期障害が生じたにもかかわらず直接それが評価項目には影響しなかったことによる。つまり MWST ではいくら口腔内残留が生じても点数には影響しないのである。これは FT と MWST の違いを理解する上で重要な結果である。また、数は少ないが嚥下が困難であった 1 点の者も存在した。咽頭にはまったく手を加えていない状態にもかかわらず、嚥下困難が生じたという事は、口腔の環境がいかに嚥下運動にとって重要かを示す結果であり、嚥下機能における口腔の重要性を学生が体験する方法として有用であると考えられる。

以上の嚥下検査の結果から、MISLA 装着によって口腔期障害が実際に生じ、さらに嚥下反射惹起が困難となっていたことが示された。

3. 質問紙調査

質問紙調査の結果から、MISLA を装着したことで、口腔期障害患者が日頃体感している『飲みにくさ』を学生が実感できていると推察された。また、日常的に摂食嚥下障害患者に触れる機会が少ない歯学部学生が口腔期障害を体験する機会を得ることで、学生自身が教育に有意義だと感じていることがわかった。自由記載の結果からは「口腔期障害患者の気持ちが良く分かりました」「舌機能障害の辛さが体験できた」といった摂食嚥下障害患者に共感する感想がえられ、実際に接する機会が乏しい摂食嚥下障害患者への理解を深めていることが示唆された。

4. 限界

評価項目に関して、学生は嚥下検査に熟練していな

いため誤った評価を見過ごしている可能性がある。また、1 回の学生実習の中で調査をおこなったことから、各評価におけるウォッシュアウト期間の確保やクロスオーバー試験がおこなえなかった。今回は選択科目として実習をおこなったため、もともと摂食嚥下障害への興味がある学生が多く、質問紙調査の結果にはバイアスがかかっていた可能性がある。今後は嚥下評価に熟練した検査者および学生以外の健常ボランティアで検証をおこないたい。

結 論

MISLA 装着によって健常な学生が口腔期障害および嚥下反射惹起性低下を体験できることが明らかになった。MISLA は障害教育の有意義なツールとなる可能性がある。

謝 辞

本研究に参加した神奈川歯科大学学生および教職員の皆様に心より感謝申し上げます。

本研究は JSPS 科研費 JP19K14331 の助成を受けたものです。

利益相反

本研究の実施に際し、申告すべき利益相反はない。

文 献

1. 才藤栄一, 植田耕一郎: 摂食嚥下リハビリテーション: 第 3 版第 2 刷, 医歯薬出版株式会社, 東京, 96-105, 2016.
2. 戸原 玄, 下山和弘, 宮下健吾ほか: 高齢者疑似体験学習が歯学部学生に与える影響. 老年歯学. **14**(3): 270-274, 2000.
3. 廣岡千鶴, 山崎 忍, 吉田好江ほか: 高齢者理解のための義歯の疑似体験学習の試み. 保健つるみ. **34**: 7-13, 2011.
4. 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康ほか: 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST)の検討(1) 正常値の検討. リハ医学. **37**(6): 375-388, 2000.
5. 才藤栄一: 平成 11 年度長寿科学総合研究事業報告書. 1-7, 2000.
6. 横山通夫, 岡田澄子, 馬場 尊ほか: 摂食・嚥下障害者用ゼリーの開発ー直接訓練における試用ー, 日摂食嚥下リハ会誌. **9**(2): 186-194, 2005.
7. 稲本陽子, 柴田斉子, 才藤栄一: リハビリテーション医学に基づいた摂食嚥下障害の評価・対応. 第 1 版第 1 刷, 医歯薬出版株式会社, 東京, 13-19, 2019.
8. 有岡享子, 石田 暁, 森 貴幸ほか: 口腔腫瘍術後の摂食・嚥下障害に対し舌接触補助床 (PAP) を適応した 5 症例. 日摂食嚥下リハ会誌. **9**(1): 76-82, 2005.
9. 若狭宏嗣: 咬合高径の増加が嚥下時の舌骨筋活動, 下咽頭圧, 食道入口部圧, および嚥下困難感に与える影響. 日大歯学. **90**: 31-37, 2016.
10. Ono T, Kumakura I, Arimoto M *et al.*: Influence of bite force and tongue pressure on oro-pharyngeal residue in the elderly. *Gerodontology*. **24**: 143-150, 2007.
11. Nagaya M, Kachi T, Yamada T *et al.*: Videofluorographic study of swallowing in Parkinson's Disease. *Dysphagia*. **13**: 95-100, 1998.
12. Motil KJ, Schultz RJ, Browning K *et al.*: Oropharyngeal dysfunction and gastroesophageal dysmotility are present in girls and women with Rett syndrome. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. **29**(1): 31-37, 1999.
13. Croise B, Pare A, Marmouset F *et al.*: Lengthening temporalis myoplasty and reduction of the swallowing oral phase dysfunction in facial palsy patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. **72**(7): 1157-1163, 2019.