

機関番号：33902

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20592211

研究課題名 (和文)：顎顔面マッサージロボットによる口腔乾燥治療

研究課題名 (英文)：A study of dry mouth treatment by maxillo-facial massage robot

研究代表者：

泉 雅浩 (MASAHIRO IZUMI)

愛知学院大学・歯学部・准教授

研究者番号：40212956

研究成果の概要 (和文)：口腔乾燥症に苦しむ患者は少なくないにも関わらず、これまで有効な治療法は確立されていなかった。我々は、研究期間内に唾液腺マッサージに重要な耳下腺導管の走行を、CT 画像を用いて分析し、ロボットの有効なアーム軌道について検証した。また、温熱刺激が唾液分泌の促進に有効であることを世界に先駆けて発見し、この機能をマッサージロボットに付加することにより、安全で効果的な治療法が確立できる可能性を示した。

研究成果の概要 (英文)：There were a lot of patients who suffered from xerostomia in the world. The effective treatment, however, was not established till now. Within this study period, we analyzed the run of parotid gland duct on a CT image and verified a robotic arm track, an important factor for a successful treatment by a maxillo-facial massage robot. Furthermore, we found out that a thermal stimulus was effective in promotion of the salivation. Our results showed the possibility that a safe and effective treatment could establish by adding these function to this maxillo-facial massage robot.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
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・病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：口腔乾燥、ロボット、マッサージ、治療

## 1. 研究開始当初の背景

口腔乾燥症は唾液分泌機能の障害により、咀嚼、味覚、会話、嚥下など、日常生活の基本となる様々な口腔機能に悪影響を及ぼし、QOL を著しく低下させる。日本における潜在的患者数は数百万人と推定されており、早急に解決しなければならない医療上の大きな課題である。口腔乾燥症に対する治療の重要性は世界的にも認識されており、これまで精力的に多くの研究が行われてきた。特に口腔乾

燥症のうち、シェーグレン症候群や頭頸部領域の放射線治療後に患者に対しては、塩酸セビメリンやピロカルピン等の薬剤による有効な治療法が確立されている。しかしながら、シェーグレン症候群や放射線治療後以外の口腔乾燥症に対しては系統だった治療法はなく、治療に関する積極的な研究もほとんど行われていないのが現状である。そのため、来院した患者が治療法の少なさやその有効性に不満を訴えることは稀ではない。

シェーグレン症候群や放射線治療後以外の口腔乾燥症患者の大部分は高齢者である。1980年代においては、口腔乾燥症患者に高齢者が多いことから、加齢が口腔乾燥症の要因であると結論付ける論文が多くみられた。一方、最近ではこれらの結論に否定的な見解が多く、高齢者の口腔乾燥は薬剤などの他の要因により、相対的に唾液分泌量が減るためであり、加齢が直接の原因ではないとする考え方が主流になってきた。健常な高齢者では唾液分泌が減少していないことも報告されている。このことは、口腔乾燥症の大部分を占める高齢者でも、何らかの治療により、改善する可能性が高いことを示唆したものである。

我々はこれまでに、シェーグレン症候群患者の耳下腺に対し、唾液腺カテーテルを利用したステロイド剤の局所投与療法を開発し、良好な治療成績を挙げてきた。さらに、その技術を応用し、高齢者でも耳下腺生食洗浄療法を施行することにより高率に唾液分泌量が改善することを報告してきた。耳下腺生食洗浄は、耳下腺への生理食塩水の急速注入と耳下腺マッサージからなっており、耳下腺への機械的刺激が唾液分泌の回復に寄与しているものと考えられる。だが、この治療法は技術的熟練を要するため、多くの施設で容易かつ安全に施行できない欠点があり、治療の恩恵を受けられる患者は限定されてしまう。しかしながら、これ以外の簡便な方法でも、効率よく耳下腺へ刺激を行うことさえできれば、耳下腺洗浄療法と同様の結果が得られ、恩恵を受けられる口腔乾燥症患者は増加すると推測される。

我々が行った最近の検討では、耳下腺マッサージのみでも刺激効果があり、唾液分泌が促進されることがわかってきた。また、我々は、朝日大学と早稲田大学が共同で開発した、世界初の顎顔面用マッサージロボットに開発当初から技術供与を行っており、耳下腺へのコンピュータ制御が可能なマッサージロボットが既に完成している状況である。以上のような背景から、本研究では口腔乾燥症患者に対する新しい治療法として、顎顔面用マッサージロボットを活用することとした。

これまで、医療用ロボットの開発は多くの研究施設で行われてきたが、顎顔面用のマッサージロボットは世界的にも例がない。このマッサージロボットを活用した口腔乾燥症患者に対する治療の試みは、我々独自のものであり、非常に独創的な研究であると思われる。超高齢化社会といわれている現在においては、寝たきりの老人も多く、通院すら困難な患者も少なくない。本研究は将来的に、患者自身

による在宅での治療を可能にするものであると考えられ、口腔乾燥症に苦しむ多くの患者のQOLを改善できると予想される。また、本研究による成果は、非効率的な治療による患者の時間的損失や精神的苦痛、さらには医療費の経済的負担も軽減できると考えられる。さらに、医療ロボットや治療機器が家庭に普及することによって、社会全体に対する経済的波及効果も大きいのではないかと考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の最終目的は、顎顔面用マッサージロボットによる新しい口腔乾燥症治療法の確立である。本研究期間においては、最終目的に向けて、大きく2つの研究を施行した。一つは、マッサージロボットによる唾液排出を効率的に行うために、耳下腺導管の解剖学的走行の分析を行った。もう一つは、唾液分泌を改善するための有効な刺激法についての検討を行った。

## 3. 研究の方法

### (1) 耳下腺導管の解剖学的走行の分析

測定の対象とした導管の走行は、耳下腺開口部から咬筋前縁部にかけての弯曲角度である。過去5年間にCT検査を施行した4907名の患者リストから耳下腺部に異常のない患者群80名(20歳代男女各20名、60歳代男女各20名)を無作為に抽出し、左右導管の相関、性差と年齢差を求めた。CTのスライス厚は2mm以下で、角度計測に関しては、高精細モニタ上で、2名の歯科医がワークステーションを利用し行った。(図1)

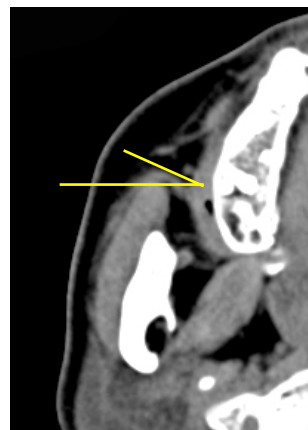


図1 導管測定部位  
(水平線と導管の最突出部の間の角度を弯曲度とした)

### (2) 唾液分泌のための耳下腺刺激について

低周波刺激による検討では、十分な唾液分泌効果が得られなかった。そのため、温熱刺激による唾液分泌効果についての検討を行った。対象は本研究に同意が得られた健常者

15名（男性7名、女性8名：18歳～50歳）ならびに口腔乾燥症患者5名（女性：23歳～79歳）である。温熱刺激には低周波治療器（ホットエレパルス プロ：オムロン社、京都市）を用いた。（図2）治療器の体感温度は約40℃であり、刺激後1分以内に40℃まで達する。検討項目は耳下腺への温熱刺激の安全性、温熱刺激による唾液分泌量の変化、口腔乾燥症患者に対する治療効果の3つである。耳下腺への温熱刺激の安全性については、1回（1日）の刺激時間を合計5分以内として、刺激後6ヶ月間、経過観察を行った。温熱刺激による唾液分泌量の変化についての検討では、刺激時間を2分間とし、両側耳下腺を刺激した。総唾液量の測定法としてはサクソテストを用いた。また、詳細な分泌量の変化を把握するため、健常者15名中9名に対して、カテーテルを耳下腺開口部に挿入し、耳下腺から分泌された唾液を測定した。（図3）治療間隔による分泌改善効果の検討では、1週、2週、1ヶ月間隔で耳下腺温熱刺激を行い、6ヶ月以上、唾液分泌量の変化を観察した。



図2 温熱刺激機能を有した低周波治療器

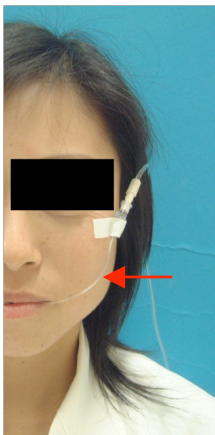


図3 カテーテル（赤矢印）による耳下腺唾液の採取

#### 4. 研究成果

##### (1) 耳下腺導管の解剖学的走行の分析

耳下腺に異常のない患者群において、性差は認められなかったが、男女とも加齢により導管の湾曲角度が強くなった（男性： $p < 0.05$ 、女性： $p < 0.01$ ）。（図4）

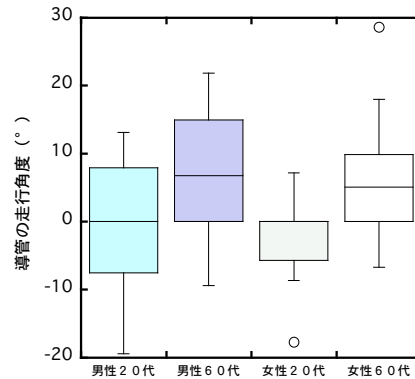


図4 加齢による導管角度の違い

（男女とも20歳代と60歳代では、導管角度に有意差が認められた。（Mann-WhitneyのU検定：片側検定））

また、左右の導管の湾曲角度は比較的強い相関が認められた（ $r = 0.75$ ）。（図5）これまで、同部位の湾曲角度を分析した報告はなく、新しい知見が得られた。また、これらの結果はロボットの効率的なアーム軌道の設定に活用した。（図6、7）

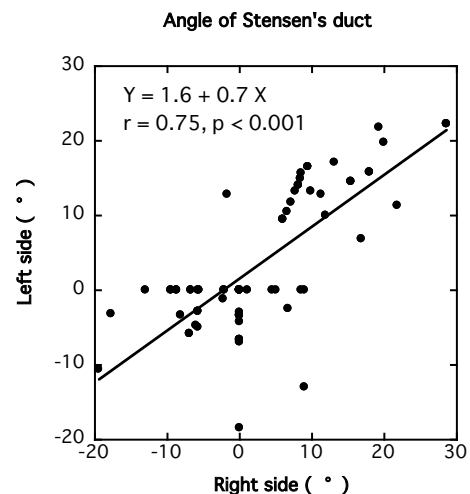


図5 導管角度の左右相関



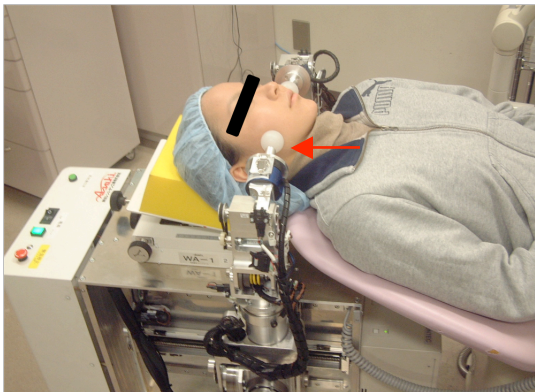
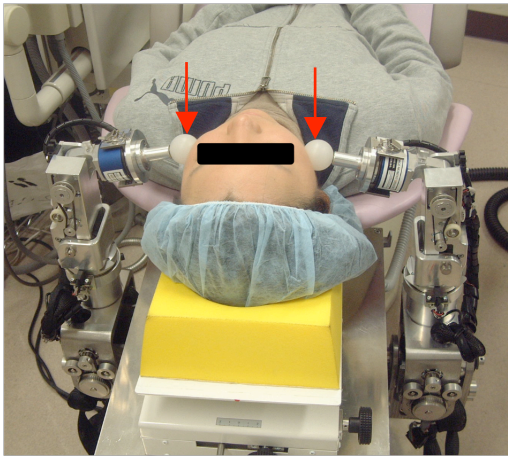


図6 顎顔面マッサーロボットのアーム先端(赤矢印)



図7 ロボットアームの詳細設定モニタ

(2) 唾液分泌のための耳下腺刺激について安全性については、刺激中に熱感等の不快感を訴えた被検者はおらず、経過観察期間中も耳下腺部に疼痛や腫脹等の異常を訴えた者は一人もいなかった。口腔乾燥症患者にいたっては、非常に気持ちいいと好評であった。

健常者9名への温熱刺激では、刺激後10分間にわたり唾液分泌の上昇が認められた。

(図8) 口腔乾燥症患者の温熱刺激による唾液分泌量の変化については、5例中4例は耳

下腺唾液の顕著な分泌増加が認められた。(図9) しかしながら、残りの1例は温熱刺激の間隔を変更しても唾液分泌量の改善は認められなかった。

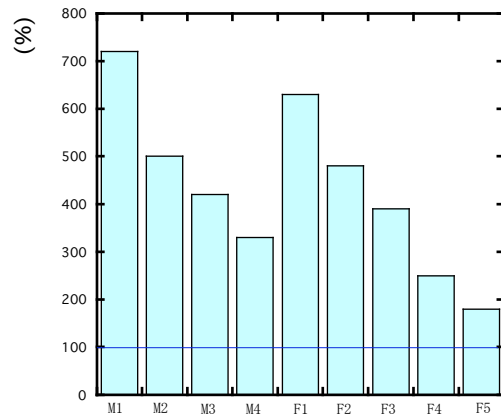


図8 温熱刺激による唾液分泌増加(刺激前3分間の平均を100%として、刺激後10分間の唾液量の合計を比率で表したグラフ:Mは男性、Fは女性)

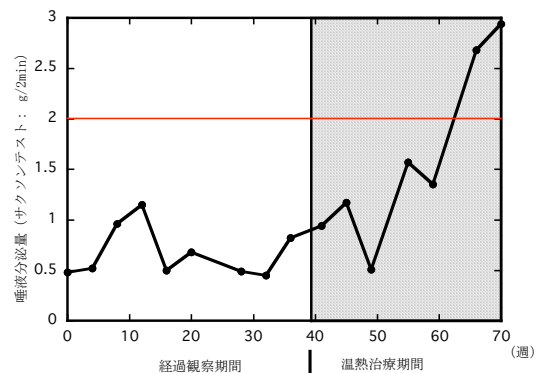


図9 口腔乾燥症患者の1例(77歳女性:約40週目から温熱治療を開始。これまで多くの病院で様々な治療を行ってきたが改善はみられなかった。温熱刺激により唾液分泌は正常値となった。赤線より下は異常値)

以上の結果から、全例ではないが、耳下腺への温熱刺激が口腔乾燥症感の唾液分泌量の増加に有効である可能性が示唆された。これまで、温熱刺激が唾液分泌の促進に有効であるとの報告はほとんどなく、本結果は学術的に有用な結果であると考えられた。

温熱機能をロボットアームに付加する検討も行ったが、温度調整の安全性が確保できなかったため、今後の検討課題とした。

これまでの研究成果により、課題は残るものの、温熱刺激と顎顔面用マッサーロボットを併用した全く新しい、しかも安全な治療法が確立できる可能性が示唆された。(図10)



図 10 ロボットの全景

## 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 0 件)

〔学会発表〕(計 7 件)

①泉 雅浩、「Curvature of Stensen's duct in patients with obstructive parotitis」、第8回アジア口腔顎顔面放射線学会議、平成22年11月14日-16日、韓国 ソウル市

②泉 雅浩、「耳下腺導管の弯曲状態についてのCT分析」、NPO法人日本歯科放射線学会 第15回 臨床画像大会、平成22年9月3日-5日、鹿児島市

③泉 雅浩、「当院におけるシェーグレン症候群の治療経過」、NPO 法人日本歯科放射線学会 第5回 Oral Medicine and IVR 研究会、平成22年9月4日、鹿児島市

④泉 雅浩、「耳下腺導管の走行に対する CT 分析：閉塞性耳下腺炎発症との関連性について」、第29回日本画像医学会学術大会、平成22年2月27日、東京

⑤泉 雅浩、「温熱刺激による耳下腺唾液の分泌効果-唾液腺マッサージロボットの開発を目指して-」、第52回NPO 法人日本口腔科学会中部地方部会、平成21年11月7日、岐阜市

⑥泉 雅浩、「耳下腺温熱刺激による唾液分泌効果について」、NPO 法人日本歯科放射線学会 第14回臨床画像大会 IVR 研究会、平成21年10月23日、札幌市

⑦泉 雅浩、「唾液腺マッサージロボットの実現を目指して」、日本歯科放射線学会第28回関西・九州合同地方会、平成21年1月24日-25日、鹿児島市

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
該当なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

泉 雅浩 (IZUMI MASAHIRO)  
愛知学院大学・歯学部・准教授  
研究者番号：40212956

### (2) 研究分担者

内藤 宗孝 (NAITOH MUNETAKA)  
愛知学院大学・歯学部・准教授  
研究者番号：20167539

有地 淑子 (ARIJI YOSHIKO)  
愛知学院大学・歯学部・講師  
研究者番号：60232063

勝又明敏 (KATSUMATA AKITOSHI)  
朝日大学・歯学部・准教授  
研究者番号：30195143

横井みどり (YOKOI MIDORI)

愛知学院大学・歯学部附属病院・診療放射線技師

研究者番号：30424914

有地 榮一郎 (ARIJI EIICHIRO)

愛知学院大学・歯学部・教授

研究者番号：00150459

### (3) 連携研究者

該当なし