

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K17279

研究課題名（和文）安全な歯科治療のためのレオロジー-超音波で硬化を操る印象方法の開発-

研究課題名（英文）Rheology for safe dental treatment: Development of an impression method that controls hardening with ultrasonic waves.

研究代表者

大森 裕子 (Oomori, Yuko)

新潟大学・医歯学総合病院・助教

研究者番号：00806151

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）： 歯科治療において、「歯型取り」は治療を行う上で必要不可欠である。しかしながら、固まるまでの間に型取りの材料が喉の奥へ流れることで誤飲や誤嚥の危険があり、特に高齢者において歯形を取る際には問題となる。そこで、歯型を取る器材を口の中へ入れる時間を確保しながら、短時間で材料が固まるような新規材料の開発を行った。

本研究では、生体に害のない超音波を利用することで、新規に開発した印象材料の硬化をおよそ3倍促進することが可能となった。また、器材となる珪藻土の種類や添加材の組み合わせを試行することで、新規材料の物性向上も確認された。今後も材料の組み合わせや、システムのさらなる改良を進めていきたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年の超高齢社会を迎えた日本において、自立した生活を営むことが困難な高齢者が増加している。このような高齢者に対して十分な歯科治療を行うことは、口腔機能低下を抑制し生活の質の向上にも寄与する。一方で、歯科治療を行うために必要な「歯形取り」は、固まるまでに喉の奥へ材料が流れることで窒息や誤飲誤嚥のリスクが報告されている。

本研究の成果は、このような危険と隣り合わせである型取りをより短時間で行うことができる可能性が示唆され、患者にも術者にも負担の少ない歯科治療を提供し、ひいては健康寿命のさらなる延伸に寄与するものであると思われる。

研究成果の概要（英文）： In dental treatment, "dental impression taking" is essential for treatment. However, there is a risk of accidental ingestion or aspiration because the dental impression material flows into the back of the throat until it hardens, which is a problem especially when the elderly takes dental impressions. Therefore, we developed a new material that hardens in a short time while securing the time to put the dental tool into the mouth.

In this research, it was possible to accelerate the hardening of the newly developed impression material by approximately three times by using ultrasonic waves that are harmless to the living body. In addition, by trying different types of diatomaceous earth used as equipment and combinations of additives, it was confirmed that the physical properties of the new materials were improved. We would like to continue to improve the combination of materials and further improve the system.

研究分野：矯正歯科学

キーワード： 歯科用印象材 超音波 オーラルフレイル アルギン酸 歯科治療

1. 研究開始当初の背景

近年の日本の社会保障制度は、超高齢社会を背景として大きな危機に直面している。内閣府の調査においても、平均寿命が年々上がっていることは明らかであるが、その一方で、健康寿命の伸びがそれに連動していない現状がある。歯科領域においても在宅医療の需要が急増しており、近年の重要な課題としてあげられる。実際の歯科治療の中で、特に高齢者に多い処置が入れ歯などの補綴処置である。咬合支持域の維持は主に咀嚼機能に直結するが、近年では脳の高次機能を含む全身的な機能低下を抑制する効果やオーラルフレイルの進行を防ぐ効果もあるとされる。これらの補綴物の制作は間接法(チェアサイド外の技工操作による作製法)が必須であり、口腔内の構造を模型等で口腔外に再現することが求められる。一般的には、印象採得を介した石膏模型の作製が頻用される。健常者であれば、大きな問題とならない印象採得であるが、口腔機能が低下した高齢者ではその操作に危険が伴うことが多いのが実情である。特に、口腔内全体に印象材(型取り材)を圧接し、硬化を待つ際には嘔吐反射(圧刺激による血管迷走神経反射)に代表される全身的偶発症のリスクも高く、高齢者の歯科治療は常に危険と隣り合わせであると言わざるを得ない。近年急増している在宅医療を含む高齢者の歯科治療において、印象採得に潜むこれらの危険を減らすことはできないだろうか。

2. 研究の目的

従来の印象採得で最も用いられているアルジネート印象材。その反応経路は、遅延材と石膏の初期反応を経て、2価イオンがアルギン酸ナトリウムと反応し、硬化する。そのため、完全に固まるまでの一定時間の保持が必要である。安価で簡便な操作性を持つことから歯科治療で日常的に用いられている。しかしながら、上述したように、硬化を待つ間の患者負担は大きく、全身的偶発症のリスクも高い。つまり、この効果時間をコントロールすることが可能であれば、高齢者の歯科治療においても危険が少なく処置が行えるのではないだろうか。申請者らは、現在普及しているアルジネート印象材を元に、従来とは別の反応経路で硬化反応を促進し、さらにその反応を制御できないかと考えるに至った。その中でも生体にも影響の少ない超音波に着目し、これを印加することでその反応の制御を試みることにした。患者及び術者負担の少ない印象材料および方法の開発が実現すれば、その適用範囲は歯科領域全体に及ぶ。特に、印象採得時の偶発症のリスクが高い小児や高齢者に対してより安全で快適な歯科治療の提供に直結する。

3. 研究の方法

アルジネート印象材の基材であるケイ藻土にあらかじめCa²⁺イオンを含浸させておき、超音波を照射することでイオンの拡散流出を促進し、印象採得における操作および硬化完了までの時間がコントロール可能となる仮説を立てた。つまり、術者が印象材を硬化させたいタイミングに超音波を照射することで、硬化する印象材および超音波発生装置を含めたデバイスを開発する。

具体的には、下記に示す6つのステップで進める予定とした。

印象材に対する超音波照射の効果

現流通材料であるハイ-テクニコール(GC社製)に超音波を照射し、ゲル化時間を測定する。ゲル化時間に及ぼす超音波の効果を明らかにする。

超音波照射によるイオン流出速度の分析

2価イオンを含浸させたケイ藻土またはモレキュラーシーブの水分散液に超音波を照射し、分散液中のイオン濃度の経時的変化を測定する。。

イオン流出速度の制御法の検討

粒子径の大きい多孔質材料の利用、孔の数が少ない多孔質材料の利用、2価イオンと弱く静電相互作用するよう、負電荷を持つ多孔質材料を利用する。

多孔質存在下でのゲル化時間と力学的物性の検討

動的粘弾性測定を行いゲル化に要する時間、ゲル化後の力学物性値を測定。現流通材料と比較し、改良する。

ゲル化前の液垂れに対する対応法

印象用超音波発生トレーの試作と印象採得システムの開発

実際の臨床応用を想定し、超音波発生素子をトレー底面に配置した印象用超音波発生トレーを試作する。また、試作トレーを用いて印象材の硬化時間や操作性を確認する。

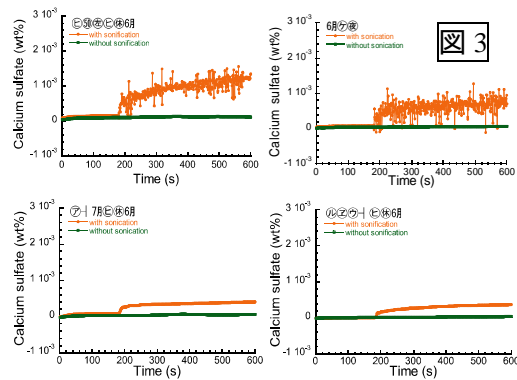
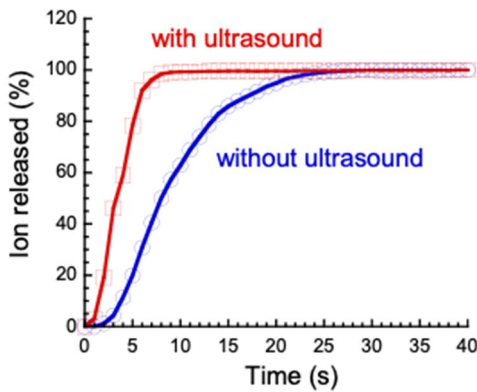
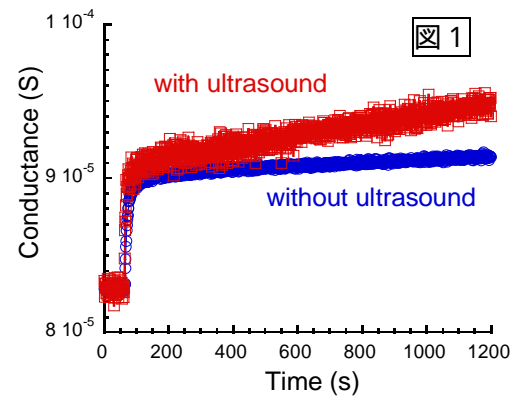
4. 研究成果

研究方法に挙げた6つのステップのうち、 から まで進めることができた。

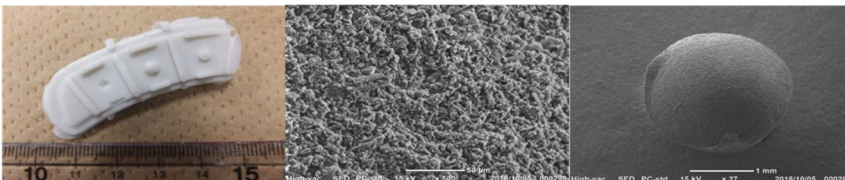
現流通材料であるハイテクニコールに超音波を照射した条件下と照射しない条件下において、イオン放出にかかる所要時間を計測し、下記のグラフを得られた(図1)。超音波条件下においてはイオン放出が促進されることが確認された。

印象材に対する超音波照射の効果を確かめたことから、2価イオンを含振させたケイ藻土の水分散液に超音波照射し、分散液中のイオン濃度の経時変化を測定した(図2)。ケイ藻土は製品によって形状や孔の直径が異なることから、今回は複数種のケイ藻土で効果を計測した。4種においてケイ藻土で超音波を照射し、いずれもイオン放出による濃度の上昇を認めた(図3)。

現流通材料と、2価イオンを含浸させたケイ藻土を使用して得られた印象体について力学的物性を比較検討した。今回では電子走査顕微鏡を用いることで、現流通材料と比較して表面が粗造であることが観察された。表面性状に加え、寸法精度や弾性率などの臨床上必要な力学的特性を得られる最適な使用材料の組み合わせを、今後も模索し検討する必要がある。



現流通材料 ハイテクニコール



Na-Alg

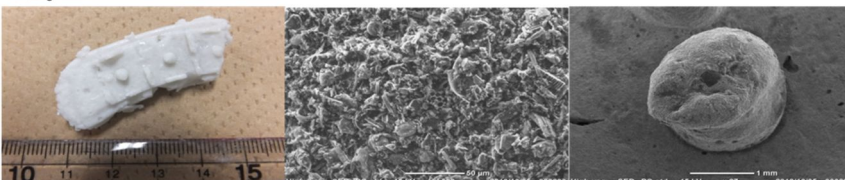


図4

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 大森 裕子、高橋 功次朗、丹原 惇、川合 巳佳、三俣 哲
2. 発表標題 安全な歯科治療のためのレオロジー-超音波で硬化を操る印象法の開発-
3. 学会等名 第13回サクラン研究会年次学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Kurihara, J. Nihara, K. Takahashi, Y. Oomori, M. Kawai and T. Mitsumata
2. 発表標題 Accelerated Release Behavior of Ions Loaded in Diatomite by Ultrasound
3. 学会等名 Materials Research Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹原 惇
2. 発表標題 安全な歯科治療への挑戦：物性を自在に操る印象法の開発
3. 学会等名 砥粒加工学会学術講演ABTEC2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大森 裕子
2. 発表標題 安全な歯科治療のためのレオロジー：超音波で硬化を操る印象法の開発
3. 学会等名 第10回サクラン研究会年次学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K.TAKAHASHI, Y.OOMORI, M.KAWAI, I.SAITO, T.MITSUMATA
2. 発表標題 Gelation Behavior for Polysaccharide/Diatomite Composite Gel and Its Application to Dental Impression Materials
3. 学会等名 International conference on research in science, engineering and technology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y.OOMORI, K.TAKAHASHI, M.KAWAI, I.SAITO, T.MITSUMATA
2. 発表標題 Accelerated Release Behavior of Ions Loaded in Diatomite by Ultrasound
3. 学会等名 International Conference on Recent Advances in Engineering, Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>【受賞】 Paper Award Y.OOMORI, K.TAKAHASHI, M.KAWAI, I.SAITO, T.MITSUMATA :Accelerated Release Behavior of Ions Loaded in Diatomite by Ultrasound. International Conference on Recent Advances in Engineering, Technology and Science, Singapore, March4-5,2023.</p>

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------