



大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時資料提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2021年10月18日
大阪市立大学

プラズマ照射で骨再生を促進 骨折治癒期間の短縮や難治性骨折の効率的な治療の実現に期待

<本研究のポイント>

- ◇ウサギ尺骨欠損モデルで骨欠損部位に低温大気圧のプラズマ照射をした群では、しない群に比べて新生骨が増加。
- ◇医学研究科及び工学研究科で行った医工連携プロジェクト。
- ◇手術中に使用できる骨再生を促進する医療機器や、骨折治癒期間の短縮や難治性骨折、巨大骨欠損の効率的な治療の実現に貢献。

<概要>

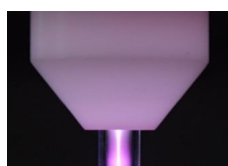
大阪市立大学大学院医学研究科 整形外科の嶋谷 彰芳（しまたに あきよし）大学院生、豊田 宏光（とよだ ひろみつ）准教授、中村 博亮（なかむら ひろあき）教授、同大学院工学研究科 医工・生命工学教育研究センターの呉 準席（お じゅんそく）教授らの共同研究グループは、骨欠損部位に照射可能なペンシルタイプの「低温大気圧プラズマ照射装置」を共同で開発し、患部へプラズマ照射することにより骨再生が促進することを明らかにしました。

本研究成果は、医療分野において骨折治癒期間の短縮や難治性骨折、巨大骨欠損の確実かつ効率的な治療の実現に貢献することが期待できます。

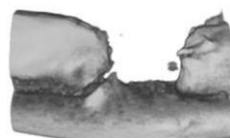
近年、プラズマ発生に関する理論・技術の革新に伴い、幅広い分野でプラズマ照射が応用されるようになり、特に生体組織に直接プラズマを照射することにより皮膚疾患の治癒・再生が促進される現象が報告されるなど、革新的医療技術としての期待が高まっています。本研究グループはこの現象を骨折部の治癒促進に応用することで骨再生の促進や骨癒合期間の短縮が可能ではないかと考えました。

今回、本研究グループは、ウサギで尺骨欠損モデルを用い、骨欠損部へ低温大気圧プラズマ照射をした群としない群で新生骨の再生に違いが出るかどうか比較しました。その結果、プラズマ照射時間を5分、10分、15分と変えたプラズマ照射群では、どれも新生骨の再生が確認されました。また、10分照射した群で、コントロールのプラズマを含まないガスを照射した群に比べて8週間後に最も新生骨量が多くなる結果が得られました。

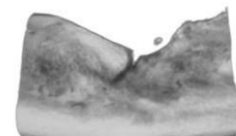
本研究は、2021年10月11日（月）に『PLOS ONE』（IF= 3.24）にオンライン掲載されました。



今回用いたペンシルタイプの
低温大気圧プラズマ発生装置



・コントロール



・10分照射

骨欠損部へ低温大気圧プラズマの照射をしない群（左）と
10分間照射した群（右）の新生骨

今後も研究を重ね、骨折治癒や骨形成能を促進する新たな医療機器の創出に関わっていきたいと思っています。



豊田 宏光准教授



嶋谷 彰芳大学院生



呉 準席教授

■掲載誌情報

雑誌名： PLOS ONE (IF= 3.24)

論文名： In vivo study on the healing of bone defect treated with non-thermal atmospheric pressure gas discharge plasma

著者： Akiyoshi Shimatani, Hiromitsu Toyoda, Kumi Orita, Yoshihiro Hirakawa, Kodai Aoki, Jun-Seok Oh, Tatsuru Shirafuji, and Hiroaki Nakamura

掲載 URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0255861>

<研究の背景>

私たちの身の回りの物体は個体、液体、気体の3つの状態に分けられると学校で教わりましたが、実は4つ目の状態があり、これがプラズマと呼ばれる状態です。気体に高温加熱や電氣的衝撃などの高エネルギーを加えることで分子の解離や原子の電離が生じ、プラズマが発生します。プラズマとは、活性粒子（電子、イオン、ラジカル、光）の集合体のことです。

従来、プラズマを発生させるためには真空環境もしくは超高温環境が必要でしたが、近年の理論・技術の革新により大気圧、室温環境下、さらには溶液中での発生が可能となり、幅広い分野で応用されるようになりました。医療分野においては、医療材料の表面改質・表面処理や滅菌技術などに用いられてきましたが、近年注目されている分野は生体組織への直接照射です。生体組織に直接プラズマを照射することにより、がん細胞のアポトーシス誘導や皮膚疾患の治癒・再生が促進された現象が報告されるようになり、革新的医療技術としての期待が高まっています。これらの現象はプラズマが生成する活性酸素種や窒素種に起因すると考えられていますが、生きた細胞に一定以上照射すると細胞の不活化や、照射量が少ないときには細胞に逆に刺激を与え、その増殖が促進される可能性が示されています。この現象を骨折部の治癒促進に応用することで、骨再生能の促進や骨癒合期間短縮が実現可能ではないかと本研究グループは考えました。骨折の治癒や骨欠損部の骨再生が促進されれば、治療期間の短縮や難治性骨折、巨大骨欠損の治療に役立つと考えています。

<研究の内容>

本研究は、本学の医学研究科および工学研究科 医工・生命工学教育研究センターで行った医工連携プロジェクトです。本研究グループは骨欠損部位に照射可能なペンシルタイプの低温大気圧プラズマ装置（図1）を開発し、骨欠損部への安定的なプラズマ照射、至適照射条件の探索を可能にしました。次に、ウサギ尺骨欠損モデルを用いて、プラズマ照射による骨再生能の影響について検証しました。ウサギの前足の骨に約1cmの骨欠損を作製し、骨欠損部への低温大気圧プラズマの照射を行った群（図2）と行わない群（コントロール）で再生される新生骨に違いがでるかをマイクロCT画像や組織学的方法で評価しました。（動物実験は本学の動物実験規定に基づいて行っております。）

プラズマを含まないガスを照射した群（コントロール群）とプラズマ照射時間を5分、10分、15分と変えたプラズマ照射群とで新生骨量を比較したところ、10分照射した群で最も新生骨量が多い結果が得られました（図3）。プラズマ照射を行うことで組織の親水化が促

進されたことが要因の一つになるのではないかと考えています。低温大気圧プラズマを生体、即ち骨欠損部位に直接照射することで骨形成が促進されることを世界に先駆けて発見しました。

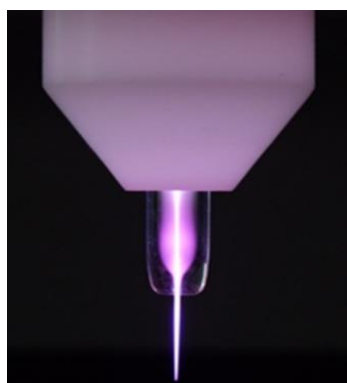
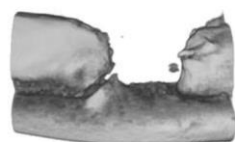


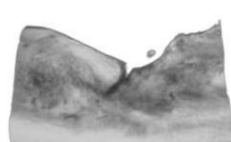
図1 ペンシルタイプの低温大気圧プラズマ発生装置



図2 ウサギ尺骨欠損モデルとプラズマ照射風景



・コントロール



・10分照射

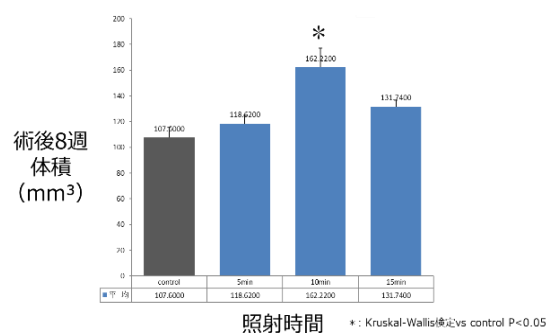


図3 プラズマ照射時間と新生骨量の関係

<今後の展開>

本研究で示された大気圧低温プラズマ照射による骨再生促進作用は、整形外科や歯科口腔領域、脳神経外科などの医療分野において骨折治癒期間の短縮、骨欠損部の確実かつ効率的な修復の実現に利用可能な技術になります。大気圧低温プラズマ照射は、既存の生体組織の構造を維持したまま表面改質をもたらす可能性があり、開発した照射装置は手術中に使用できる装置として骨形成能を促進する医療機器になりえるのではないかと考えます。

<資金情報>

本研究は、科研費（低温大気圧プラズマを用いた骨再生促進技術の開発と整形外科領域への展開〔課題番号：19K03811〕）の対象研究です。

なお、この研究で開発された骨再生促進方法および装置に関する技術は特許出願されています（特願 2020-139761）。

【研究内容に関する問合せ先】

大阪市立大学大学院医学研究科
 整形外科学・総合医学教育学
 担当：准教授 豊田 宏光
 TEL：06-6645-3851
 E-mail: h-toyoda@msic.med.osaka-cu.ac.jp

【ご取材に関する問合せ先】

大阪市立大学
 広報課
 担当：上嶋 健太
 TEL：06-6605-3411
 E-mail: t-koho@ado.osaka-cu.ac.jp