



Title	光干渉断層撮影（OCT）を用いた手術用縫合糸の時間経過観察および真皮組織の非侵襲血糖値測定への応用
Author(s)	Wei, Fengcheng
Citation	大阪大学, 2026, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/105761
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (WEI FENGCHENG)

論文題名

光干渉断層撮影 (OCT) を用いた手術用縫合糸の時間経過観察および真皮組織の非侵襲血糖値測定への応用

論文内容の要旨

【研究1】組織工学や吸収性生体材料の発展に伴い、動物実験や臨床におけるIn vivoで生体材料の外観および内部構造を解析評価できる技術が求められている。In vivo実験を通して、生体材料を実験対象から取り出す必要が無く、実験対象への痛みおよび取り出す過程中的生体材料へのダメージを与えるリスクも無くなる。さらに、組織工学分野において、臨床で組織の成長やグラフト材料の分解が観察でき、術後回復観察に対して最も重要な一環になる。そこで本研究では、手術用縫合糸の術後回復過程中的の変化に関して、撮影および解析を行い、生体材料のIn vivo観察を試みた。10週齢の雄性ヘアレスラット (HWY/SLC) 2匹を使用し、背中にブレイド糸、モノフィラメント各々の吸収性、非吸収性縫合糸の4種類で縫合した。その後THORLABS TELEST0320型SD-OCTを用いて、週に一回、8週間、縫合した4か所を2Dと3D撮影し、2D画像を用いて反射信号強度を定量的に解析した。3D画像より、信号強度を見ると、縫合糸が差し込まれた瘢痕は強く、角質層は強い、顆粒・有棘層はやや低いことが確認できた。信号減衰係数を解析した結果モノフィラメント糸では非吸収性の信号強度はほとんど変わらず、吸収性では0週目と8週目に差が現れた。この差は糸の繊維分解による不均一な非晶質部分が光を反射させたためだと考えられる。一方でブレイド糸では一週間後以降ほとんど変化がなかった。しかし0-1週目間で吸収性、非吸収性共に信号強度が増加した。手術中に出た血液や組織の粒子が束の間に侵入し、フレネル反射を低下させたためだと考えられる。また、分解のため、モノフィラメント吸収性の直径が減少し、ブレイド糸の直径が増加したことが確認できた。OCT技術を用いて、手術用縫合糸の外観、直径の測定だけではなく、繊維の内部微細構造の変化も観察、解析できることが確認できた。

【研究2】先行研究に基づいて、真皮層中グルコース濃度をOCTの信号減衰係数で推断できる可能性があるため、本研究ではOCTの高速、高分解能、非侵襲のメリットを活かして採血不要な血糖測定技術として提案し、動物実験を行い、OCT装置の測定精度および血糖値との関係を調べた。10週齢の雄性ヘアレスラット (HWY/SLC) 2匹を使用し、SDとSS-OCTを用いて、3D画像を体に5箇所撮影し、尾部採血による血糖値測定も5回を行い、機器の測定精度を検証した。その後、血糖負荷試験も行い、実験開始0, 15, 30, 45, 60, 90分に測定し、OCT信号減衰係数と血糖値濃度の関係を調査した。5回連続のOCT撮影および血糖値測定より、標準偏差が少ないため、高い再現性を検証した。しかし、個体差および異なる箇所の皮膚厚さや構造が変化するため、血糖値および各撮影箇所の間に、OCT信号減衰係数が変わっている。複雑な皮膚構造の中にノイズを排除し、正しい信号減衰係数を測定することが今後の一つの課題となる。血糖値負荷試験も行い、グルコース投与の20分後に、血糖値が顕著に向上し、真皮層中OCT信号をほぼ散乱させないグルコースの濃度が増加したため、OCT信号減衰係数が低下したことも明らかにした。これも精山らの先行研究の結果と一致である。適切な補正やノイズフィルターを添えると、臨床で実用可能な非侵襲血糖値測定方法になることが期待できる。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (WEI FENGCHENG)			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主 査	教授	近江 雅人
	副 査	教授	大西 裕満
	副 査	教授	石田 隆行

論文審査の結果の要旨

【研究1】組織工学や吸収性生体材料の発展に伴い、動物実験や臨床におけるIn vivoで生体材料の外観および内部構造を解析評価できる技術が求められている。In vivo実験を通して、生体材料を実験対象から取り出す必要が無く、実験対象への痛みおよび取り出す過程での生体材料へのダメージを与えるリスクもなくなる。さらに、組織工学分野において、臨床で組織の成長やグラフト材料の分解が観察でき、術後回復観察に対して最も重要な一環になる。そこで本研究では、手術用縫合糸の術後回復過程での変化に関して、撮影および解析を行い、生体材料のIn vivo観察を試みた。10週齢の雄性ヘアレスラット(HWY/SLC)2匹を使用し、背中にブレイド糸、モノフィラメント各々の吸収性、非吸収性縫合糸の4種類で縫合した。その後THORLABS TELESTO320型SD-OCTを用いて、週に一回、8週間、縫合した4か所を2Dと3D撮影し、2D画像を用いて反射信号強度を定量的に解析した。3D画像より、信号強度を見ると、縫合糸が差し込まれた瘢痕は強く、角質層は強い、顆粒・有棘層はやや低いことが確認できた。信号減衰係数を解析した結果モノフィラメント糸では非吸収性の信号強度はほとんど変わらず、吸収性では0週目と8週目に差が現れた。この差は糸の繊維分解による不均一な非晶質部分が光を反射させたためだと考えられる。一方でブレイド糸では一週間後以降ほとんど変化がなかった。しかし0-1週目間で吸収性、非吸収性共に信号強度が増加した。手術中に出た血液や組織の粒子が束の間に侵入し、フレネル反射を低下させたためだと考えられる。また、分解のため、モノフィラメント吸収性の直径が減少し、ブレイド糸の直径が増加したことが確認できた。OCT技術を用いて、手術用縫合糸の外観、直径の測定だけでなく、繊維の内部微細構造の変化も観察、解析できることが確認できた。

【研究2】先行研究に基づいて、真皮層中グルコース濃度をOCTの信号減衰係数で推断できる可能性があるため、本研究ではOCTの高速、高分解能、非侵襲のメリットを活かして採血不要な血糖測定技術として提案し、動物実験を行い、OCT装置の測定精度および血糖値との関係を調べた。10週齢の雄性ヘアレスラット(HWY/SLC)2匹を使用し、SDとSS-OCTを用いて、3D画像を体に5箇所撮影し、尾部採血による血糖値測定も5回行い、機器の測定精度を検証した。その後、血糖負荷試験も行い、実験開始0, 15, 30, 45, 60, 90分に測定し、OCT信号減衰係数と血糖値濃度の関係を調査した。5回連続のOCT撮影および血糖値測定より、標準偏差が少ないため、高い再現性を検証した。しかし、個体差および異なる箇所の皮膚厚さや構造が変化するため、血糖値および各撮影箇所の間に、OCT信号減衰係数が変わっている。複雑な皮膚構造の中にノイズを排除し、正しい信号減衰係数を測定することが今後の一つの課題となる。血糖値負荷試験も行い、グルコース投与の20分後に、血糖値が顕著に向上し、真皮層中OCT信号をほぼ散乱させないグルコースの濃度が増加したため、OCT信号減衰係数が低下したことも明らかにした。これも精山らの先行研究の結果と一致である。適切な補正やノイズフィルターを添えると、臨床で実用可能な非侵襲血糖値測定方法になることが期待できる。

以上により、本研究はOCTによる新規の手術用縫合糸の開発、及び非侵襲血糖値測定技術へ寄与することができるものであり、博士（保健学）に値すると評価した。