

学位論文審査結果の要旨

所 属	三重大学大学院医学系研究科 甲 生命医科学専攻 臨床医学系講座 運動器外科学・腫瘍集学治療学分野	氏 名	ほそい たかし 細井 敬
審 査 委 員	主 査 新井 直也 副 査 近藤 峰生 副 査 土肥 薫		
<p>(学位論文審査結果の要旨)</p> <p>MPC-grafted highly cross-linked polyethylene liners retrieved from short-term total hip arthroplasty: Further evidences for the unsuitability of the MPC method</p> <p>【主論文審査結果の要旨】</p> <p>著者らは論文において下記の内容を述べている。</p> <p>【目的】 関節軟骨表面のリン脂質は、親水性で、生理的 pH で水を吸収し、関節軟骨の潤滑剤として役立っている。人工股関節の摺動面（ポリエチレン）に表面処理されたリン脂質である 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine (MPC)は、ソフトコンタクトレンズ、ステント、ガイドワイヤー、心肺バイパス、補助人工心臓にも用いられている。われわれの以前の研究において、3 個のポリエチレン摘出標本で、非荷重部に MPC の残存は観察できたが、荷重部には観察できなかった (Tone S et al, Acta Biomater 2018)。さらに 4 個のポリエチレン摘出標本を用いて、MPC の剥離について調べ、酸化または構造修飾が発生したかどうかを検討した。</p> <p>【方法】 超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)をアニール処理して、高度架橋ポリエチレン (HXLPE)が作られた。光増感剤であるベンゾフェノン を HXLPE 表面に吸着させ、MPC 水溶液に浸漬し、紫外線を照射して、MPC のグラフト重合が行われていた。窒素ガス中でガンマ線滅菌して、製品になっている。ポリエチレンの未使用品 3 個、摘出標本 4 個をレーザー顕微鏡で観察した。X 線光電子分光法により、ポリエチレン構造における炭素原子 C1s は 284eV (C-C)、285.5eV (C-N)、286.5eV (C-O, ether)、288eV (C=O, ester)で評価した。窒素原子 N1s は 399eV(N2)、402-403eV (-N+[CH3]3)を、リン原子 P2p は 132eV で評価した。C-O、C=O、P は MPC に存在している。全反射フーリエ変換赤外分光法を用いて、酸化生成物を検索した。アシルペルオキシ、ペルオキシ酸、エステル、アルデヒド、ケトン、カルボキシル酸のスペクトルを計測した。これらのバンド強度をメチレン鎖と比較した。酸化指数は全反射フーリエ変換赤外分光法から計算した。電子スピン共鳴分析によりラジカルを測定した。</p> <p>【結果】 未使用品はマシンマークを認めた。摘出標本の非荷重部はマシンマークを認めたが、</p>			

摘出標本 3、4 の荷重部ではマシンマークが消失していた。X線光電子分光法で、リン原子は未使用品のみ認められた。窒素原子は未使用品には認められたが、摘出標本は 399eV のみ認め、滅菌工程での混入も疑われた。炭素原子は、284eV (C-C)ですべてに強く認められた。しかし、他の 285.5eV (C-N)、286.5eV (C-O)、288eV (C=O)において、摘出標本では低強度であった。未使用品の C-O、C=O は MPC 処理のない未使用品より高強度であった。原子率分画は、リンが摘出標本で著減していた。全反射フーリエ変換赤外分光法において、メチレン鎖(CH₂)との比は、エステルが一番高く、ケトン、カルボキシル酸の順であった。電子スピン共鳴分析において、ラジカル濃度は摘出標本 1 で最も低く、これは最低の酸化指数を示していた。電子スピン共鳴分析によるスペクトルから算出された g 値は、g-factor 1、g-factor 2 の存在は、炭素原子との結合状態が異なるアルコキシルラジカルによるものであった。アルコキシルラジカルは酸化反応における中間体である。アルコキシルラジカルは MPC 処理中に製造されており、摘出標本 1 ではラジカルは少なかった。

【考察】MPC グラフトによりフリーラジカルが産生され、体内埋植後、MPC 層が消失し、さらにフリーラジカル産生が増加した。結論として、MPC 層が非荷重部、荷重部とも剥離していた。また、ポリエチレンは酸化劣化していた。MPC グラフトは摩耗軽減、酸化抑制に有用でない。

本研究は、MPC グラフト UHMWPE インサートが生体内で MPC 層の剥離を起こしていること、さらにフリーラジカル産生が増加していること、およびインサート表面の酸化劣化の進行していることを示した論文であり、学術上極めて有益であり、学位論文として価値あるものと認めた。

Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials
2020;108(7):2857-2867
Published: September 1, 2020
doi: 10.1002/jbm.b.34617

Takashi Hosoi | Masahiro Hasegawa | Shine Tone | Satoshi Nakasone |
Narifumi Kishida | Elia Marin | Wenliang Zhu | Giuseppe Pezzotti | Akihiro
Sudo