

学 位 論 文 題 名

近赤外分光装置によるヒト歯根膜の血流計測

学位論文内容の要旨

I. 緒言

部分床義歯において、機能圧を支台歯および顎堤粘膜へ適正に分散させることが、良好な予後を得るための重要な要件である。支台歯へ機能圧が過度に配分されると、配分される力は外傷力として働き、支台歯では歯根膜血流の変化、疼痛、歯根膜腔の拡大、支台歯の動揺といった反応が生じる。中でも歯根膜血流の変化は、歯に加えた力に対して極めて初期の段階から生じる反応であるため、歯根膜血流の変化から支台歯が負担できる力の範囲を明らかにできるのではないかと考えた。本研究では、ヒト歯根膜の血流を無侵襲に計測できるかを検討するとともに、荷重による歯根膜血流の変化を計測することによって、歯が負担できる荷重を検索することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者および被検歯

被検者は健常な歯周組織を有する成年男子 3 名である。被検歯には荷重による歯の変位を妨げないように舌側転位した上顎右側側切歯を用い、近心歯根膜の血流計測を行った。

2. 血流計測方法

血流計測装置として近赤外分光装置を用いた。近赤外光を生体に照射するとその一部が赤血球中のヘモグロビンによって吸収されるため、近赤外光の強度が弱められる。照射された近赤外光の強度と、生体を通過し、ヘモグロビンによって吸収され、弱められた近赤外光の強度から吸光度と総ヘモグロビン変化量が演算される。本研究では総ヘモグロビンの変化から血流変化を計測した。近赤外光の照射と生体を通過した近赤外光の受光には光ファイバー製のライトガイドを用い、計測部位の唇側および舌側にライトガイドを設置して、歯根の接線方向に近赤外光が照射されるよう設定した。

3. 荷重方法

被検歯への荷重には鉛によって作製した分銅(25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300 g)を用いた。荷重が近心方向へ加えられるように、即時重合レジンとワイヤーによって作製したループを被検歯とは反対側の側切歯に装着し、ループを介して被検歯に分銅を吊すことによって荷重の方向を制御した。

計測開始から 120 秒間は安静状態の血流計測を行い、その後、荷重負荷状態での血流計測を 30 秒間行った。30 秒後に荷重を除去し、再度安静状態の血流計測を 120 秒間行った。

III. 結果

歯に荷重を加えると歯根膜血流量の減少し、荷重を除去すると減少した血流量が回復する結果が得られた。このことから、近赤外分光装置によるヒト歯根膜の無侵襲な血流計測が可能であることが確認された。

荷重量を変化させると血流の減少量も変化することから、荷重量と血流変化量との関係について検討した。被検者 1, 2 では、荷重量が 75 g 以下の場合には荷重の増加に伴って血流変化量も増加し、100 g 以上の場合には荷重を増加しても血流変化量は増加しない、という結果であった。一方、被検者 3 では、300 g までの荷重量において荷重と血流変化量との間に相関は認められなかった。

減少した血流量が荷重除去後に荷重前の安静時の血流量へ回復するのに要する時間を計測したところ、被検者 1 では 100 g、被検者 2 では 150g 以下の荷重であれば荷重除去後すぐに安静時の血流量へ回復した。しかし、被検者 3 では荷重量にかかわらず荷重除去後 120 秒間に血流量の回復は認められなかった。荷重量の増加に伴い、安静時の血流量へ回復するまでに要する時間が延長する傾向は認められたが、一定の規則に則った結果は得られなかった。

IV. 考察

1. ヒト歯根膜の無侵襲な血流計測の可能性について

歯肉や歯根膜の血流計測方法として水素ガスクリアランス法、不活性ガス法、インピーダンスプレスチモグラフィ法が報告されているが、これらの方法は侵襲を伴うため、無侵襲な血流計測には不適当な方法と考えられる。無侵襲な血流計測方法としてレーザードップラー法が報告されているが、計測深度が浅いため、歯根膜の血流計測を行うためには歯肉を剥離し、歯槽骨を除去して歯根膜を露出させる必要がある。近赤外光は無侵襲かつ比較的深部まで生体の血流計測が可能のため、ネコ歯根膜の血流計測を行った報告が認められるが、全身麻酔によってネコを不動化して計測を行っている。これらの血流計測法の中でヒト歯根膜血流を無侵襲に計測できる可能性があるのは近赤外分光法であるが、不動化していないヒトでの血流計測の場合、被検者の体の動きや口唇、舌の接触によって計測データに影響が生じる可能性がある。そこで、近赤外分光法を用いて歯根膜の血流計測を行ったところ、不動化していないヒト歯根膜の無侵襲な血流計測が可能であることが明らかとなった。しかし、口唇や頬粘膜がライトガイドに接触する可能性が最も低い前歯部のみで計測が可能であったため、臼歯部での計測を行うためには、血流計測用ライトガイドの形態や被検者の動きの制御等に改良を加える必要があることが示唆された。

2. 荷重量と血流変化量との関係について

75 g を超える荷重では、荷重を増加しても歯根膜の血流変化量はそれ以上増加しなかった。この原因として、75 g までの荷重量では歯根の傾斜を歯槽骨が止めているが、75 g を越える荷重量では歯根膜の圧縮限界を超え、歯槽骨が変形を始めていることが考えられる。ただし、この荷重量はこれまでに報告されている歯根膜の圧縮限界となる荷重量よりも小さな値となった。本研究では計測用ライトガイドを口腔内に設置するため、荷重部位を被

、検歯切縁より 12 mm 歯冠側方向へ離れた位置とする必要があり、同じ荷重量でも回転モーメントが大きくなったと考えられる。このため、報告されている荷重量よりも小さな荷重量で歯根膜は圧縮限界になったと考えられる。

3. 減少した血流量が安静時の血流量へ回復するのに要する時間について

部分床義歯の支台歯に加えられる力は断続的であり、義歯への機能圧が除かれると支台歯の歯根膜血流量は回復すると考えられる。しかし、義歯から支台歯へ配分される機能圧の量が過大だと、歯根膜血流は阻害されて鬱血状態となり、血流量の回復は遅れるのではないかと考えた。本研究では一定の規則に則った結果は得られなかったが、被検者の動きを制御し、計測装置を口唇、舌が接触しないような形態に改良したうえで、さらなる計測を行う必要があると思われる。

V. 結論

近赤外光によってヒト歯根膜の血流を無侵襲に計測できるか検討し、また、荷重による歯根膜の血流変化から、歯が負担できる荷重を検索しようと試みた。その結果、次のような結論を得た。

- 1) 近赤外光を用いたヒト歯根膜血流の無侵襲な計測が可能であった。
- 2) 一定の荷重範囲内において、荷重量の増加に伴って歯根膜血流の変化量は増加した。この範囲を超える荷重では、荷重量が増加しても歯根膜血流の変化量の変動は少なかった。
- 3) 荷重量の増加に伴って、荷重除去後の歯根膜血流の回復時間は延長する傾向が認められた。

今後は、計測装置のサンプリング頻度を改良して計測精度を向上させるとともに、被検者の動きの制御、口唇や舌の接触が防止できるような計測装置の形態の改良を行って、歯が負担できる荷重を検索したい。また、臼歯部における計測の可能性も検討する必要があると考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 川 崎 貴 生

副 査 教 授 吉 田 重 光

副 査 教 授 赤 池 忠

学 位 論 文 題 名

近赤外分光装置によるヒト歯根膜の血流計測

審査は、吉田および川崎審査委員による審査と赤池審査委員による審査の 2 回行われ、論文提出者に対し提出論文の内容とそれに関連する学科目について口頭試問の形式で行われた。以下に、提出論文の要旨と審査の内容を述べる。

論文提出者は、部分床義歯の良好な予後を得るための要件である、義歯に加わる機能圧を支台歯および顎堤粘膜へ適正に分散させることに注目し、歯根膜の血流変化から支台歯が負担できる力の範囲を明らかにしようと試みた。そこで、近赤外分光装置を利用してヒト歯根膜の血流計測を無侵襲に行うことが可能なシステムを構築し、血流変化から歯が負担できる荷重の検索を行った。

喫煙習慣のない正常有歯顎男子 3 名を被験者として、上顎右側側切歯の近心歯根膜における血流計測を行った。支台歯が受ける機能圧を想定して被験歯に荷重を加え、荷重によって生じる歯根膜の血流変化を計測した。さらに、荷重量を変化させた場合の血流変化を検討するため、荷重量を 25 g から 300g まで 10 段階に変化させ、荷重前後の血流から荷重による血流変化量を算出し、荷重量と血流変化量との関係について検討した。また、荷重除去後の血流が荷重前の血流へ回復するのに要する時間を算出し、荷重量と血流回復に要する時間との関係を検討し、荷重除去後の血流から荷重による歯根膜への影響について検討を行った。

本研究において構築した歯根膜血流計測システムにより、近赤外分光によってヒト歯根膜の血流を無侵襲に計測できることが明らかとなった。このシステムを利用し、荷重量と血流変化量との関係について検討したところ、ある荷重範囲では荷重量を増加させると歯根膜の血流変化量も増加し、この範囲を超える荷重量では荷重量を増加させても血流変化量に変化が認められなかった。また、荷重除去後の血流回復時間の検討では、荷重量が増加すると、荷重によって減少した血流の回復に要する時間が延長する傾向が見られたものの、一定の見解を得るには至らなかった。本研究の目的である、歯が負担できる荷重を明らかとするためには、計測時の被験者の動きや口唇、舌の計測部への接触を制御す

、必要があること、計測精度を向上させるための計測機器の改良が必要なことが示唆された。

次いで、本論文提出者に対して、本研究領域に関係する専門分野（特に近赤外分光装置による血流計測原理、支台歯への機能圧伝達の様相、研究の発展性等）に関連のある質問が行われたが、これらの質問に対してそれぞれ適切な回答が得られた。また、本研究は歯科補綴学の領域にとどまらず、歯周病学、歯科矯正学の分野においても広く応用が可能な分野であると考えられ、今後様々な研究への応用を期待できるものであった。さらに、研究を進めるうえで必要と思われる計測装置、計測方法における改良すべき点についての見解も有しており、将来の展望に関しても評価された。本論文はヒト歯根膜の無侵襲な血流計測が主たる研究課題とするものであったが、これらの領域の学識も十分であるとともに、将来の研究方向についての展望も、研究の発展を期待できるものであった。以上のことから、論文提出者の学識は、博士（歯学）の学位授与に値するものと判断し、主査ならびに副査は論文提出者を合格と判定した。