

半導体レーザー微小循環血流計による 骨内血流量測定

報告者：聖マリアンナ医科大学整形外科科学教室

内藤隆広

清水弘之・杉原俊弘

別府諸兄・三好邦達

それでは、次に、研究助成金による研究成果報告に進みます。司会を理事長の伊丹康人先生をお願いいたします。

〔伊丹〕助成金を差上げた立場としまして、私が司会をさせていただきます。

このプログラムにあります、1番の慈恵医大の第1解剖、山下教授は、ちょっとご都合が悪くて、お見えになっておりません。済みませんが第2番目の聖マリアンナ医科大学、内藤さんから始めていただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

〔内藤〕それでは、スライドをお願いいたします。

はじめに

股関節の、特に大腿骨頭の血流を測定することは、股関節疾患の早期診断並びに治療法の適応を検討する際に有益であり、また、治療後の経過観察にも有用である。

間接的な検査法として、ダイナミック骨シンチ、ガドリニウムDTPA、ダイナミックMRIなど、近年その進歩は目覚ましいものがある。また、直接測定する検査法としては、キセノン・ウォッシュ・アウト法や、水素クリアランス法などが行われている。

今回、我々は、半導体レーザー微小循環血流計を用い、家兎の血管柄付き膝関節モデルを使用し、骨皮質及び骨髄内の血流量を経時的に測定し、その変動を観察したので、報告する。

方法

今回使用した半導体レーザー微小循環血流計(以下、レーザードップラー血流計と略す)は、PERIMED社製、Peri Flax PF3を用いた。(図1)

使用した動物は、日本白色系雌の家兎7から10週齢、体重1.1から1.3kgで、10%のネンブタールによる静脈麻酔下に行った。

実験モデルは、1987年、Starkが報告した方法に従い、膝関節の中樞、末梢部の筋肉を、付着部付近で切離し、大腿骨、脛、腓骨を膝関節部より3cmの部分でおのおの骨切りし、膝窩動静脈のみの血管柄付きモデルを作成した。(図2)

骨切りをした部位に直ちにキルシュナー鋼線を用いて、膝関節を元の位置に固定し、さらにその周囲に、骨切り部分からの出血を防止するため、Bone waxを使用した。

(図3)

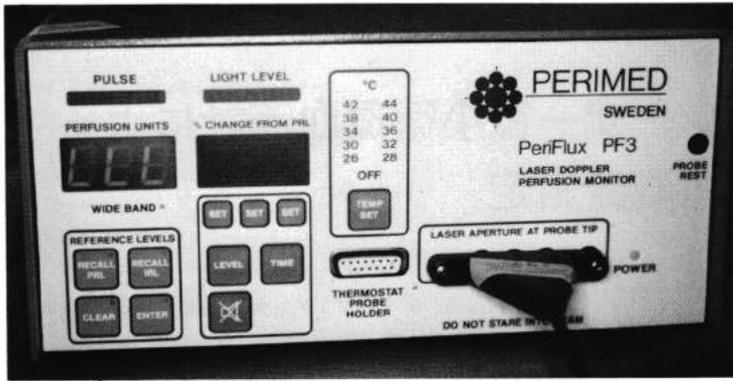


图 1

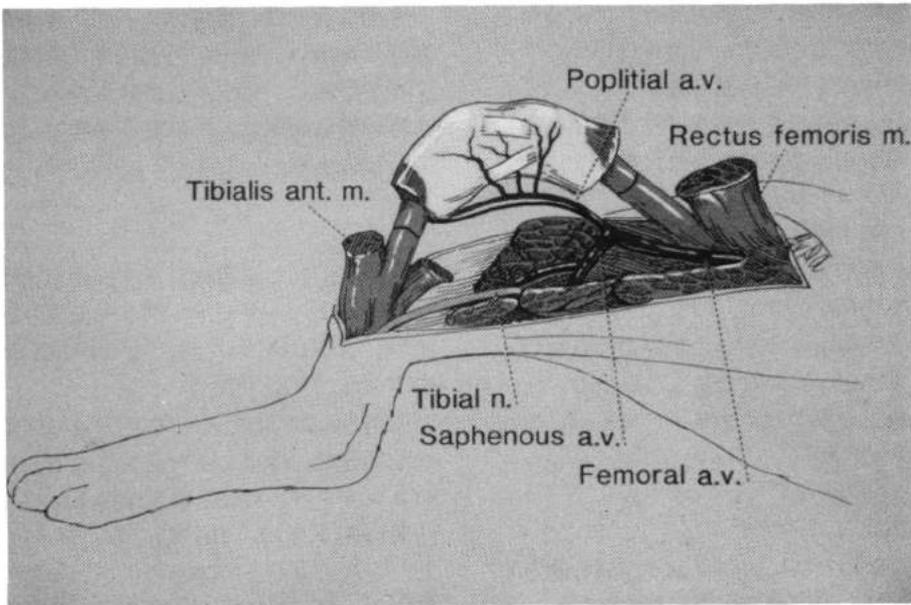


图 2



図 3

		血管クリップ			
		膝窩動・静脈同時		膝窩静脈のみ	
		2 時間	6 時間	2 時間	6 時間
測定部位	骨皮質	2	2	2	2
	骨髓内	2	2	2	2

(羽)

表 1

骨皮質の血流を測定するために、脛骨骨端線の約 1 cm 末梢で、内側側副靭帯付着部前方にプローベを、骨面に対して垂直に当て、用手的に保持し、測定値が安定するまで 10 分間行い、コントロール値とした。(図 4)

さらに、膝窩動静脈同時クリップ群 4 羽、静脈のみのクリップ群 4 羽の両群をおのおの 2 時間と 6 時間の阻血並びに鬱血状態とし、室温 20°C で連続測定した。さらに、クリップ除去後、血管柄の開存をマイクロスコープ下で確認し、皮質血流量を連続的に測定した。(表 1)

一方、骨髓内血流量を測定するため、骨皮質で測定した同じ部位に骨孔を作成し、プローベが骨髓内に達するよう固定した。骨皮質を測定したときと同様、まずコントロール値を測定し、次に膝窩動静脈クリップ群 4 羽、静脈クリップ群 4 羽を作成し、おのおの 2 時間と 6 時間の阻血並びに鬱血状態の各 2 羽とし、骨髓内血流量を連続測定した。(図 5)

なお、非手術側肢の Saphenus artery に動脈圧測定用カニューレを挿入し、術中麻酔下の家兎の動脈圧を連続的に測定した。



図 4



図 5

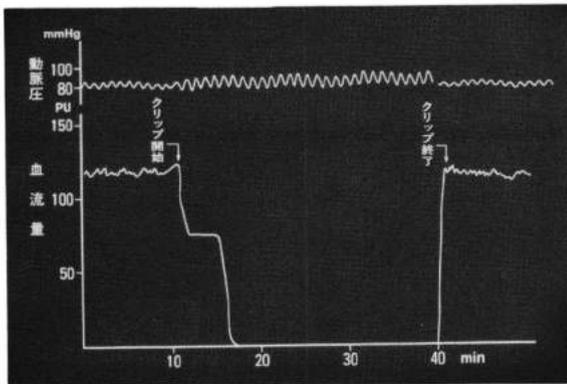


図 6

結 果

非手術側の Saphenaus artery にカニューレを挿入した動脈圧測定の結果では、動脈圧は安定しており、実験中の麻酔深度による大きな変動はなく、本血流計による測定状態に影響を与えていなかった。(図 6)

骨皮質の血流量測定値について、動静脈をクリップした 2 時間阻血群では、クリップ前のコントロール値と、クリップしている最中の値、血行再開後の値で、この間の

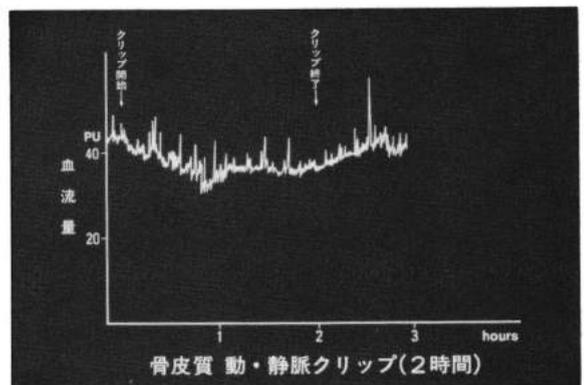


図 7

測定値の変動はごくわずかであった。(図 7)

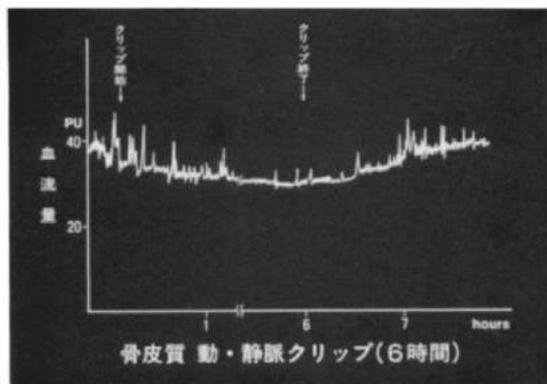


図 8

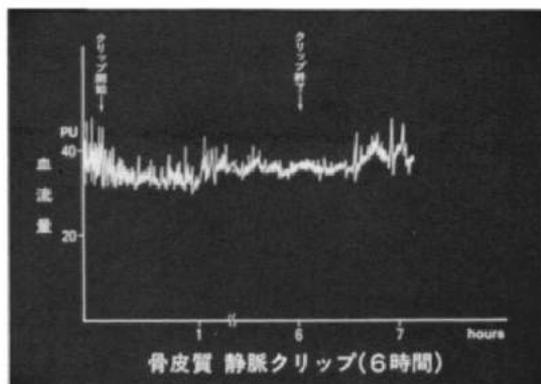


図10

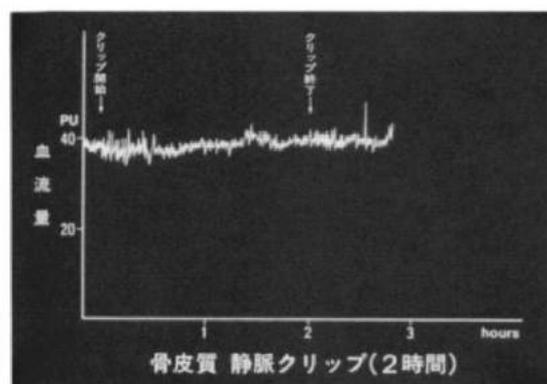


図 9

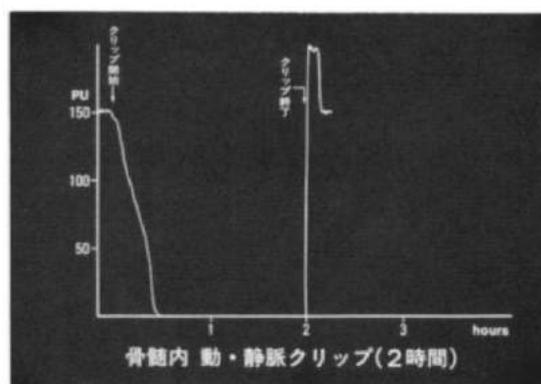


図11

また、6時間阻血群でも、同様であった。(図8)

一方、静脈のみをクリップした2時間鬱血群では、クリップ前のコントロール値、クリップしている最中、血行再開後の値の変動は、動静脈クリップ群よりさらにわずかであった。(図9)

また、6時間鬱血群でも、同様にわずかな変動を示したにすぎなかった。(図10)

骨髄内の血流量測定値について、動静脈をクリップした2時間阻血群では、クリップ前のコントロール値がクリップ直後より急激に減少し、その後徐々に低下し、測定不能となった。

クリップを除去し、血行再開後、測定値は約5分間で、クリップ前のコントロール値に回復し、さらに高血流を示し、約8分間でコントロールに回復した。(図11)

また、6時間阻血群では、クリップ後は、同様に急激な減少を示し、血行再開後、測定値は約6から7分間でクリップ前のコントロール値に回復した。また、血行再開後は、2時間群のごとく、コントロール値を超えるリバウンドは認められなかった。(図12)

一方、静脈クリップした2時間鬱血群では、クリップ後よりコントロール値に比べ、値は急激に増加し、約50分間この状態が継

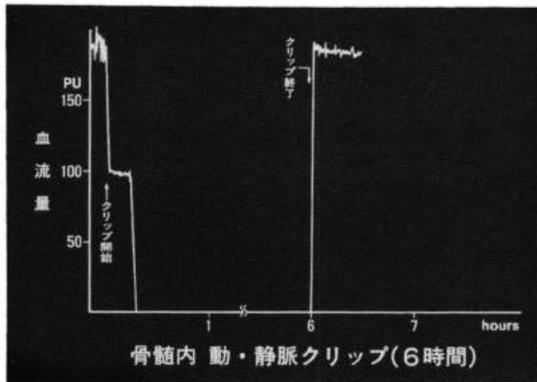


図12

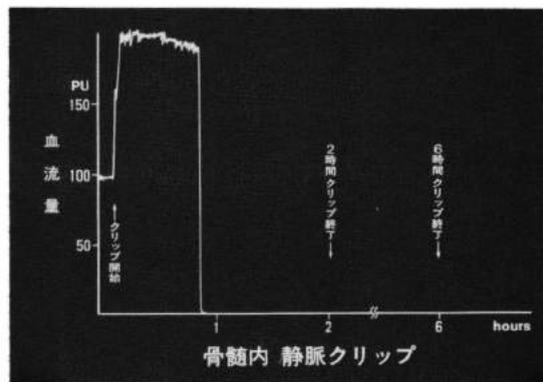


図13

続した。その後、急激に測定値の減少を示し、測定不能となり、クリップを除去し、血行を再開させても、測定値は回復を示さなかった。また、6時間鬱血群でも、同様な結果であった。(図13)

考 察

半導体レーザー微小循環血流計は、レーザー光が計測部位の組織内の限られた範囲で拡散し、赤血球数、赤血球速度を計測し、また、相対的な血流量の算出も可能であり、連続測定可能で、取り扱いが簡便である。

今回用いたPeri Flax PF3 は、2 mm・Wの低出力 He-Ne・レーザーを用い、プローベの先端から1.0 mmまでの半球部分の毛細血管血流量を測定できる。(図14)

レーザードップラー血流計による骨内血流を測定したのは、我々の渉猟し得た範囲では、Swion kowski, Schuurman らの報告があるにすぎない。

大腿骨頭の阻血状態を再現する実験モデルの作成が困難なため、今回、我々は、骨内血流の状態をコントロールすることが可能である血管柄付き膝関節モデルを利用し、骨内血流の変動を検討した。

我々の結果では、骨皮質、骨髄内ともに、血流の測定は可能でありましたが、血流の

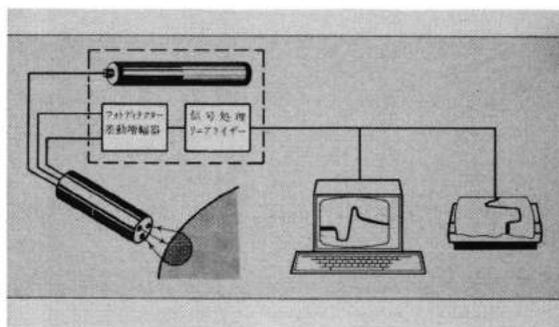


図14

変動を鋭敏に評価することは、骨皮質では困難であった。骨髄内の血流の変動は、動静脈クリップ、静脈クリップ群ともに、的確にその変動をとらえることができた。

我々と同じ血流計を用いたSchuurmanの報告も、ほぼ我々と同様の阻血後の骨内血行の回復状態であった。しかし、静脈クリップした鬱血群では、我々の結果では一時的に高血流を示し、その後、測定不能となった点で異なっていた。

本法は絶対値を得ることが難しく、臨床応用という点で問題があるが、毛細血管の血流を鋭敏に、かつ連続的に測定できる利点があり、阻血実験モデルの血流測定に有用であった。

まとめ

半導体レーザー微小循環血流計を用い、血管柄付き膝関節モデルにおける骨内血流量の測定を行った。骨髓内は骨皮質に比べ、血流量の変動の評価が可能であった。

半導体レーザー微小循環血流計は、操作が簡便で、連続測定が可能であり、かつ血流の変動に高感度であり、実験モデルの血流測定には有用であった。

以上です。

◆ 討 論 ◆

〔伊丹〕 はい、ありがとうございました。

どなたか、ご質問はございますか。はい、どうぞ。

〔東〕 埼玉医大の東ですけれども、ちょっと教えていただきたい。

プローベを入れるときのコルチカルの厚さはどのくらいなんですか。

〔内藤〕 大体1.5から2mmぐらいだと思います。

〔東〕 そうすると、プローベは、完全にコルチカルの部分に入っているのですか。

〔内藤〕 一応、その厚みを大体測定して、それよりも少し、若干、プローベの先端から入るような形で、一応測定しているようにしております。

〔東〕 それで、コルチカリスはデンタル・ドリルか何かでもって……。

〔内藤〕 いわゆる、そんな大げさなドリル

ではないのですけれども、まあ、そのようなものであけております。ただ、強く骨髓内にまで当てないように、そこら辺はなるべく慎重に骨孔を作成したつもりです。

〔東〕 伺っていて、コルチカリスのブラッド・サプライをはかるのは非常に難しいのではないかと思ったわけです。

〔伊丹〕 この微小血管血流量の血流計ですけれども、股関節財団としましては、股関節に応用していただきたいのですけれども、将来、見通しはいかがですか。

〔内藤〕 ええ、やはりさっきも、本文中で述べたとおり、絶対値のような評価ではないので、相対値というところが、やっぱり一番の欠点だと思うのですけれども、やはり臨床応用で、もう報告的に、大腿骨頭壊死ですとか、そういう分野での報告が若干見られているということから考えますと、私どももそちらの方面に、できましたら使用していきたいと思っております。

〔伊丹〕 はい、どうもありがとうございました。