

変形性膝関節症に対する動脈内ガス注入療法の研究

昭和41年11月14日 受付

信州大学医学部整形外科学教室

(指導: 藤本憲司教授)

大学院学生 青 木 範 充

The Study on Intra-arterial Gas Insufflation Therapy of the Osteo-arthrosis of the Knee Joint

Norimitsu Aoki

Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Director: Prof. K. Fujimoto)

第1章 緒 言

ガス動注療法とは、酸素、炭酸ガス、笑気などの気体を気泡の状態で動脈内に直接注入する治療法である。本法の目的は末梢循環の改善にあると云われる。動脈内にガス体を注入する試みは、1914年 Fiolle がガス壊疽患者の患部に酸素を補給する目的で、頸動脈内に酸素を入れたのに始まると云われる。Lemaire^② (1949) は末梢血行障害を検査する目的で股動脈内に酸素を注入したところ、血行障害が改善されたことを発見し、その後治療の目的でガス動注を行なっている。Judmaier^③ (1951) は動脈硬化、Bürger 氏病、動脈栓塞、さらに凍傷、糖尿病など末梢血行障害のある30名の患者に酸素動注療法を行ない、いずれの症例も臨床的に治療効果が得られたと報告している。Möller^④, Ratschow^⑤, Scherer^⑥, Schmidt^⑦ からも、本療法が末梢血行障害の改善をきたすすぐれた治療法であることを臨床的に認めている。

一方 Duff^⑧, Fries^⑨, Baird^⑩ は実験的に動脈内に酸素、炭酸ガス、笑気、サイクロプロペイン、あるいは空気など種々のガスを注入して、容積脈波法などにより血行状態を検査し、ガス動注による血流改善がいかなる機序によるものであるかを追求した。

本邦において古賀^⑪ら (1960) が本療法を末梢血行障害のある患者に血行改善の目的で応用している。

さて変形性膝関節症は、40才過ぎの男女に多発し、特に肥満型の女性に多くみられる疾患である。本症は膝関節痛を主訴とし、関節水腫をとまなうことがある。しかし変形性膝関節症の感訴をくわしく分析してみると^{⑫⑬}、関節の自発痛、運動痛、関節腫脹などのほかに、下肢の冷感、こわばり、しびれ感などを訴えるものが非常に多い。これらは血管の障害時に認められる症状に類似している。

そこで第2足指先について、透過光電管容積脈波法^{⑭⑮}を用いて血行状態を検査してみたところ、変形性膝関節症患者の下肢には、血行障害の存存することが多いことを認めた。

以上のことから藤本教授は、末梢血行状態を改善することは変形性膝関節症の一つの合理的治療法であると考えられて、股動脈内ガス動注療法を変形性膝関節症患者に初めて行なつた。その成績については当教室から数回^{⑯⑰⑱}にわたり発表されている。著者はガス動注前後の循環動態を特に詳細に検討したので、臨床的效果とあわせて報告する。

第2章 方 法

第1節 対 象

下肢の血流状態の検査対象は、変形性膝関節症(関節症群)で、しかも以前に、あまり治療の行なわれていない初診の患者を主にした。対照群としては、膝関節に臨床症状のない健康者と思われる人を対象とした。年齢は20才以上であるが、両者の比較は40才以上に限定した。

ガス動注療法の対象となる変形性膝関節症患者は、関節内ステロイド注射であまり効果のみられなかつた症例、あるいは治療期間の長い症例が大多数を占めている。併用療法はできるだけ避けたが、関節水腫の高度な数例には関節液排除のみの併用を行なつた。

後述するように血流状態の検査項目は多いので、1対象に行なつた検査は1~3種目である。なお各検査項目の対象数は第3章に記載する。

第2節 ガス動注法

使用器具は Möller の考案した Dräger 社製の装置である(図1)。ポンペ内のガスは減圧器を通り、圧調整器により適当な作用圧にすることができる。この作用圧は動脈圧より 30~50mmHg 高い約 150mm

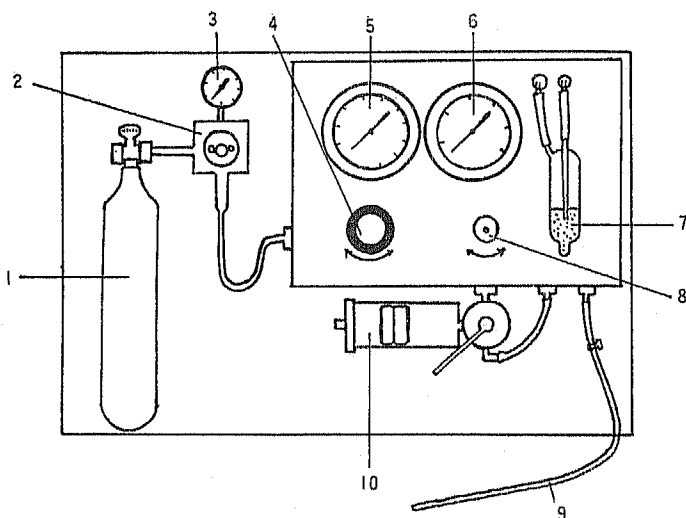


図1 Möller のガス動注装置

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 酸素ポンペ | 6. 動脈圧測定メーター |
| 2. 減圧器 | 7. ガス洗淨ビン |
| 3. ポンペ圧メーター | 8. 注入速度調節弁 |
| 4. 圧調節弁 | 9. ゴム管 |
| 5. 圧調節メーター | 10. ピストン |

Hg に調節する。注入速度は注入速度調節弁により調節され、その1回のピストン注入容量は20mlであるので、注入量が容易かつ安全に調節できる。さらに動脈圧測定器により、確実に動脈内に注入されているか否かがわかる。実際には、股動脈内にガスが注入されているときは、ガスが血液に混合するリズムカルな音が聞え、また手指にも感じる。なお炭酸ガス注入の際は、酸素ポンペを取りはずし、かわりに炭酸ガスポンペを接続して使用する。

患者の体位については、脳隆塞を起こさないように頭部を下肢より低くする。すなわちベットに約5度の傾斜をつけて、頭を低くしておかせる。

ガス動注に使用する針は $1/1$ 針であるが、プロカインによる局所麻酔を行ない、経皮的に針をさす。

注入するガスの速度と量については、酸素は1分間20mlの割合で全量60~80ml、炭酸ガスは10秒間に20mlの割合で全量80~120mlを股動脈内に注入する。

注入回数は1回を原則としたが、数回ガス動注を行なったものでも、月に1回程度である。

第3節 下肢循環動態検査法

第1項 透過型光電管容積脈波法²⁹⁾

光源は6v, 5wの自動車用豆電球を用い、内筒、外

筒でつまれている。外筒には数個の通気孔がついており、さらにフィルターにより、豆電球から出る600m μ より短い波長は吸収され、皮膚面の温度上昇の起こらないように工夫されている。足指の透過光は光電管にあたり、血流にともなう光電流の変化量を、心電図記録装置にて増幅記録する。

この容積脈波計により、安静時の脈波を記録し、次に負荷を加えたときにはどのように変るかをしらべるために、「反応性充血」を起こさせ、その変動を観察した。すなわち大腿中央部に止血帯をつけ、脈波の消失する約300mmHgの止血を5分間行なう。ついで止血を解除すると充血にともなう脈波の変動が生じる。これを約10分間追跡し、その間の最大振幅を計測し、これの安静時の振幅に対する比(反応性充血時の最大振幅/安静時の振幅)を求めた。

ガス動注患者にはガス動注前と動注後3時間の脈波を記録する。脈波には個人差がかなりあるため、動注前の振幅に対する比を症例ごとに求めた。

第2項 反射型光電管容積脈波法

反射型光電管は硫化カドミウムセルを利用した小型光導電体と小型ランプを組合せたピックアップ方式である。これを膝関節内側部にあて、その出力は高感度直結3段直流増幅器の組合わされた記録器により波形として記録する。

この方法により、安静時においては脈波と静脈止血容積脈波を記録する。後者は大腿中央部(すなわち膝蓋骨の上極より約10cm上部)に止血帯をつけ、約100mmHgの静脈止血を行ない、動脈血流入にともなう脈波上昇を記録する。

脈波においては振幅を計測し、静脈止血容積脈波では5秒間に対する脈波上昇度を正接の比(勾配)として計算する。反応性充血時にはこの勾配を止血直後、1分、3分、5分、7分、10分後に求めた。

ガス動注の際は注入前と注入後の1時間にわたる血流変化を上記の方法で記録した。

第3項 インピーダンス容積脈波法(図2)

血流容量の変化を生体の電気抵抗の変化として検出する方法である。4P法すなわち4つの電極で周波数

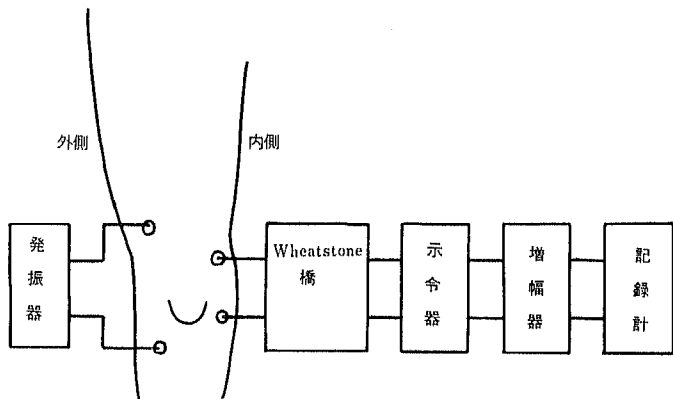


図2 インピーダンス容積脈波法

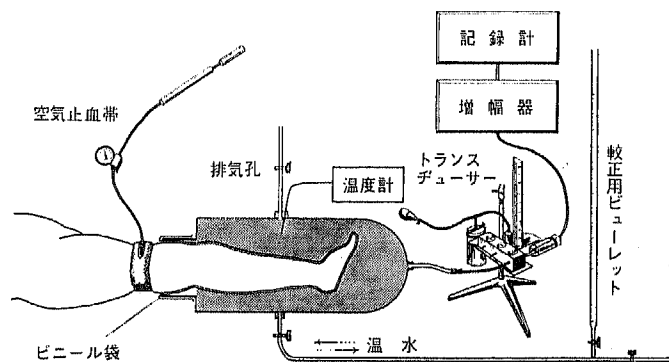


図3 定容積式静脈止血容積脈波装置 (模式図)

50KC, 5mVの電圧と膝関節外側に負荷し、電極間の距離は約20cmとし、膝関節内側の検出電極間を10cmとした。これは反射型光電管容積脈波と同様の方法で同時に記録する。しかし操作上に難点があるため振幅のみ比較検討するにとどめた。

第4項 定容積式静脈止血容積脈波法 (図3)

ビニールの袋に入れた足先から膝関節までを内容積 18, 240ml の水槽に入れ固定する^⑦。なお水温は 32°C に調節する。この水槽内圧変化を圧力計 (日本光電工業 M P 4 電気血圧計トランスジューサー) に導いて圧変化を求め、これを容積変化に換算する方法である。すなわち静脈止血 (60mmHg) による圧上昇度を記録し、次に水槽内に一定の水を入れ、それによる圧変化を記録する。このようにして求めた較正曲線から、安静時と反応性充血時に下肢 100ml に対する 1 分間の血流量を求めた (図 4)。記録装置は日本光電ペン書

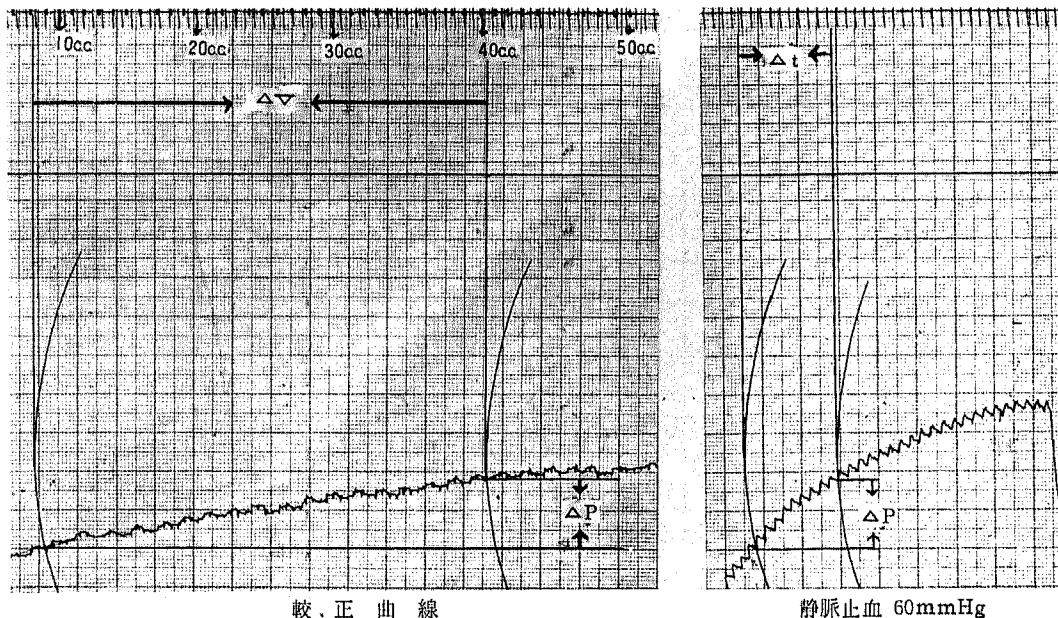


図4 定容積式静脈止血容積脈波図

$$\text{動脈血流入量} = \frac{\Delta V \times 60}{V \times \Delta t} \times 100 \text{ (ml/100ml} \cdot \text{min.)} \quad V = \text{下肢容積}$$

キオツシログラフW1-180を使用した。

ガス動注症例は注入前と注入後2時間の安静時および反応性充血時の血流量を上記方法により求めた。

第5項 Radiation Clearance 法

表皮から約1cm深部の前脛骨筋内に NaI^{131} を約20 μc 注射し、その減衰曲線である Radiation Clearance Curve を記録した。 NaI^{131} より放出される γ 線をシンチレーションヘッドに受け Spectrometer (A-loka) により I^{131} の特有な波高選別を行ない、これを直接に接続した記録計に記録した。得られた Curve から Kety[®] の式より、Radiation Clearance Constant すなわち $K = \frac{\log C_1 - \log C_2}{\log e (t_2 - t_1)} = 0.4343 (t_2 - t_1)$ を求めた。このさい t_1 時における Cpm を C_1 、 t_2 時における Cpm を C_2 とする。

測定値を安定するため、患者の足部を動かさないようにギプスで作った型に入れ固定した。注射針は細い皮内針を使用し、できるだけ出血を起こさないよう注意した。

測定時間が短かく、40分から60分間が限度であるため、Radiation Clearance 法では安静時における K 値のみ検討した。

ガス動注の際は、 NaI^{131} 約20 μc を両側の前脛骨筋に注射し、約10分経過したところで患側の股動脈内にガスを注入する。両側の Radiation Clearance Curve を同時に記録し、これから時間的に変化する K を求め、次に反対側に対する K の比を求めた。

第6項 関節内温度測定法

膝関節内に針状のエレメントを刺入し、これをサー

ミスター温度計に接続し温度を測定する方法を用いた。ガス注入前とガス注入後3時間にわたり記録した。

第7項 骨内圧測定法

脛骨近位端の骨内圧を動注前後に測定した。ブローイン局所麻酔のもとに経皮的に骨髓穿刺針を直接骨髓内に刺入する。これにポリエチレン管を連結し、導管の他端を圧力計に接続した。圧力計は日本光電工業 MP-4 型電気血圧計トランスジューサーを用いた。

骨髓穿刺針はよく切れる新しいものを使用すれば堅い脛骨皮質も容易に穿通可能である。しかし骨内圧が求められているか否かは、脈波が得られることを目標にしている。すなわち骨髓血の流出があれば、脈波は認めるが、穿入していると考えられても骨髓血の流出のない場合は、少量のヘパリン液を骨髓内におくり込むことにより脈波が得られる。20~30分後の安定した値を動注前の骨内圧とし、そこでガス動注を行ない、注入後1時間の骨内圧の変化を記録する。

第3章 成 果

第1節 関節症群と対照群の比較

これについては藤本教授^⑩により一部すでに報告されているが、振幅についてみると、関節症群では低い症例の多いことを認め、また反応性充血を起こさせてもその振幅の拡大が小さく、さらに時間の短いものが対照群に比較すると多いことが認められた。

静脈止血容積脈波法により動脈血流入量を測定すると、関節症ではさらに明らかに動脈血流入量が少ない症例が多く認められた。

一方 Radiation Clearance 法により Radiation Clearance Constant K を求めると (図5)、対照群21例では0.06以上は73.2%であるに対し、関節症群23例では18.6%である。Radiation Clearance Constant すなわち NaI^{131} が局所より除去される速さは関節症においては低いことを示す。さらに40才代と50才代における関節症群と対照群の分散分析を行なった結果、関節症群の K 値には有意の差があり、小さいことが証明された。

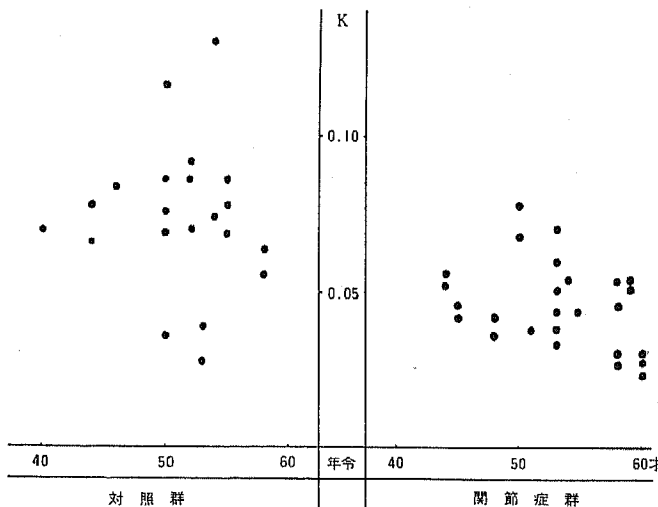


図5 Radiation Clearance Constant

第2節 ガス動注による下肢循環動態の変化
第1項 肉眼的所見

ガス注入直後はガス栓塞により一時血流は遮断され、下肢は蒼白になる(蒼白期)が、この時かなり強い疼痛を訴えることもある。数分も過ぎると大腿の下部から側部に斑点状の発赤が現れ、徐々に足指の方まで広がっていく。この際ガス注入速度が早かつたり注入量が多かつたりすると腹部あるいは反対側下肢にまで斑点状発赤が出現することがある。間もなく皮膚温は上昇し始め、下肢全体が紅潮し(紅潮期)、患者も下肢が暖かくなってきたことを認めるようになる。やがて徐々に紅潮は消退するが、皮膚温は長く持続して高くなっている。

第2項 関節内温度^⑩

ガス注入直後は蒼白期に一致して、一時的に関節内温度は低くなる。34例の平均では1度以上低くなった。数分も過ぎると急激に温度は上昇しはじめ、30分後には頂点に達し、ガス注入前より平均2.5°C前後高くなる。連続的に3時間の経過を観察した範囲では温度上昇が持続している。その後は徐々に温度は下るものと思われるが、それでも測定し得た若干例では24時間後、時には数日後でも温度が上昇していることを認めた。

第3項 透過型光電管容積脈波法^⑪

ガス注入時あるいは蒼白期に一致して脈波は消失するが間もなく脈波は出現し、徐々に振幅は増大し、2時間後の振幅は注入前の平均3倍にもなっている。3時間後においても増大していることを大多数の症例に認めた。さらに関節内温度と同様に、時には2日あるいは3日後でも反対側の振幅に比較すると大きくなっていることがある。しかし波形そのものには特に変化

は認められない。

第4項 反射型光電管容積脈波法^⑫

ガス動注により脈波は消失するが、注入直後すぐ出現する。しかし約15分間は脈波は不安定で振幅が大きくなつたり小さくなつたり数回の変動をくり返し、15分頃より安定した振幅となり、それから徐々に増大する。60分後まで計測した3症例ではいずれもまだ振幅が増大しつつある所見が得られた。さらに静脈止血をおこなつてみても相当大きくなっていることを認めた。

第5項 インピーダンス容積脈波法^⑬

第4項とはほぼ同様の振幅の変動を認めた。

第6項 定容積式静脈止血容積脈波法

酸素動注2時間後における安静時の動脈血流入量はガス動注前のそれと比較して2例とも7倍以上になっている。また反応性充血時の血流も著明に増加している(図6)。

第7項 Radiation Clearance 法

動注時K値(図7)は0となりやがて動注後10分から15分頃K値は最高となり、徐々に注入前のK値に近づく。さらに両側同時記録をおこなつた7例に反対側K値の偏位に対し動注側のそれを比較する(図8)と、ガス動注による血流改善度は一層著明になり、1日ときには3日後もK値が高い。

図9は酸素動注例、図10は炭酸ガス動注例の Radiation Clearance Curve であるが、ガス動注後同様にK値が大となり、酸素と炭酸ガスとではほとんど差が認められない。

第8項 骨内圧測定法(図11)

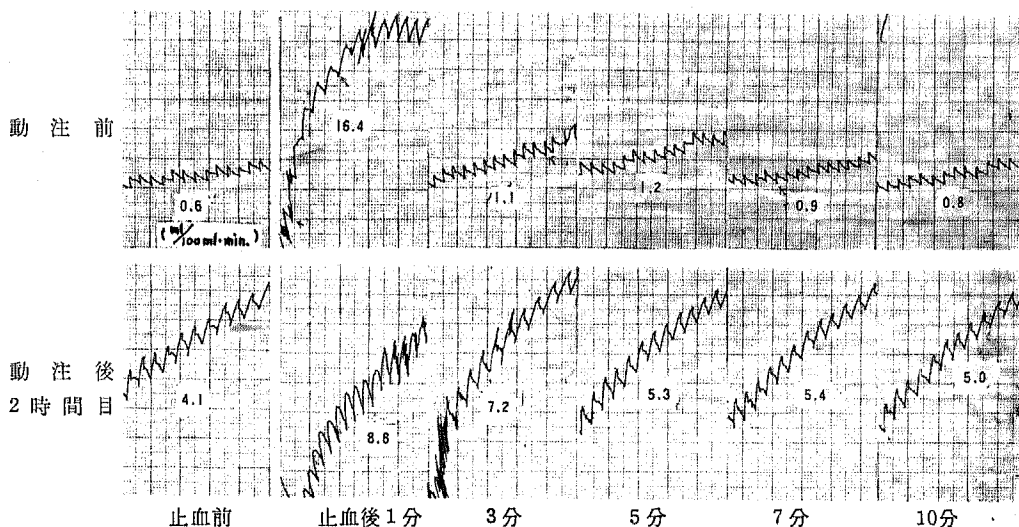


図6 ガス動注前後の反応性充血(定容積式静脈止血容積脈波法による)

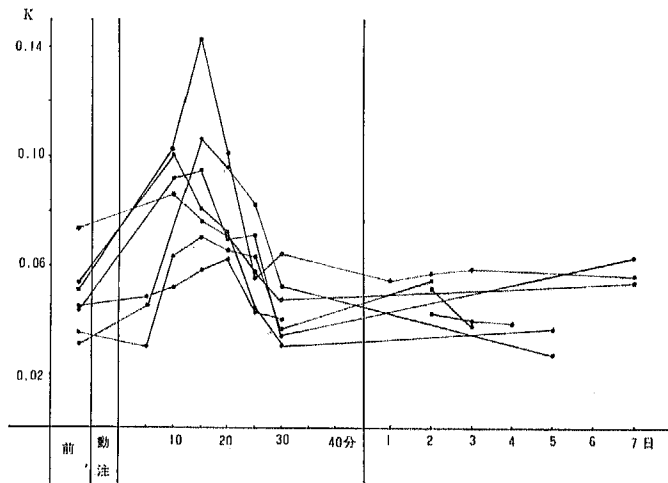


図7 ガス動注前後の Radiation Clearance Constant

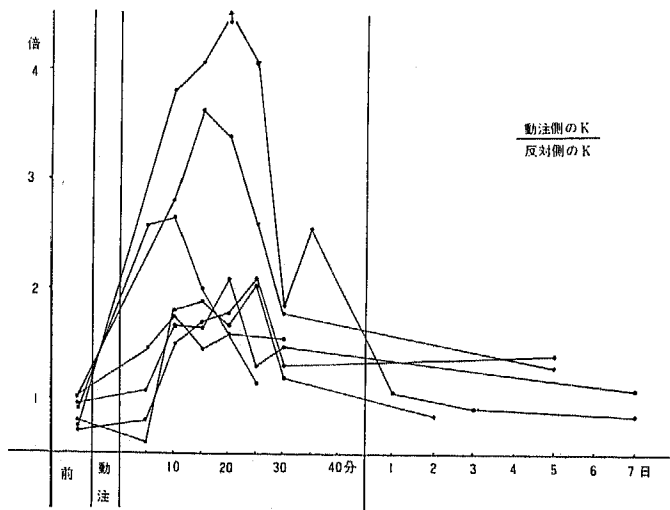


図8 ガス動注前後の 動注側の Radiation Clearance Constant 反対側の Radiation Clearance Constant の比

ガス注入と同時に骨内圧が低くなり脈波は消失する。注入後5分頃より脈波が出現し、10分から20分頃最高となり注入前より少し高くなりその後は徐々に注入前の状態にもどる。その経過は短かく20~30分間である。

第3節 ガス動注療法の臨床効果(表1)

ガス動注後臨床的にどの程度の改善があつたか判定するため、症状の改善状態、副腎皮質ステロイド関節内注入療法との比較および効果持続期間について調査した。アンケートの解答の得られたもの、あるいは経

過観察のできたものは酸素動注例74例、炭酸ガス動注例28例、計102例である。

1) 変形性膝関節症の症状は、膝関節痛、膝関節腫脹、膝関節運動痛などを愁訴としていることが非常に多く認められる。一方正座は日本人の生活様式の特徴とも考えられ、そのうえそれらの症状と非常に関係が深い。このことから正座が可能か否かについて、①ガス動注後痛みがなく正座可能となつた、②痛みはあるが正座が楽にできるようになつた、③痛みが強くなり正座をするのが困難となりかえつて症状が悪化した、④正座に関してはあまり変わらず最初から可能であつた、の四つに分けて評価した。正座が可能となつた症例は酸素動注例74例中55例(74%)であり、炭酸ガス動注例28例中24例(86%)である。全例では77%が正座可能となつた。

2) 副腎皮質ステロイド関節内注射との比較は、①ガス動注療法の方が副腎皮質ステロイド関節内注射より症状改善が著明であつた、②逆にガス動注療法よりステロイド関節内注射の方が効果があつた、③どちらも云えない、の三つに分けた。これについては酸素動注の方が良かった、または炭酸ガス動注の方が良かったと云う解答はいずれも50%である。

3) 効果持続期間は、症状の軽快は①1週間以内であつた、②1週以上から1カ月以内であつた、③1カ月以上も続いた、④全く効果がなかつた、の四つに分けた。これについては1週間以上効果の見られた症例は酸素動注例では39例(53%)、炭酸ガス動注例では16例(57%)で全例では55例(54%)である。無効は酸素動注例では16.2%、炭酸ガス動注例では10.7%であつた。

酸素動注で効果のあつた患者に1カ月後炭酸ガス動注を行ない、その後の経過を観察すると、ほぼ同一の治療効果があつたことが認められた。このことから臨床症状の改善には、酸素と炭酸ガスの両者間に大差

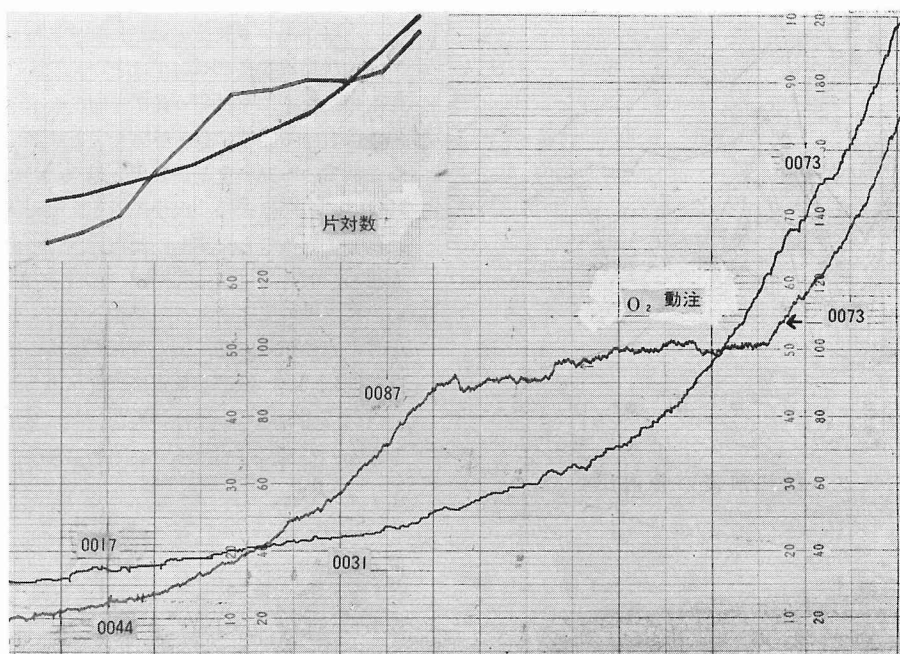


図 9 酸素動注前後の Radiation Clearance Curve

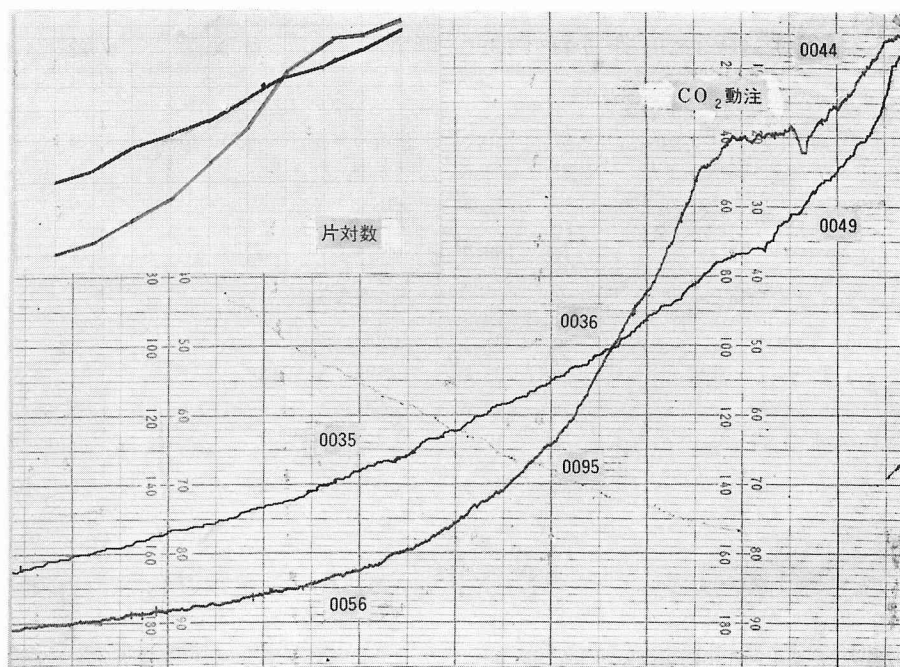


図 10 炭酸ガス動注前後の Radiation Clearance Curve

第4章 考案

第1節 下肢循環動態に関する吟味

血流状態検査法についてはどの方法においても完全なものではなく、それぞれ長所と短所を有している。安静時における脈波は動・静脈をとわず測定部位における血液量の時間的変動が表現されるものである。Hertzman^⑩は振幅の大小に対し血流量の変動がほぼ比例していることを示し、長島^⑪は波形に経年的変化を認め、若年者には反撞隆起、弾性隆起が多いといい、栗本^⑫は高年者にくる動脈硬化においては振幅の小さいものが多いと、また古林^⑬は高血圧をとまう動脈硬化では、脈波の頂点に著変があると報告している。関節症群については特有な波形は見出すことはできなかったが、振幅は小さいものが多く、測定部位に

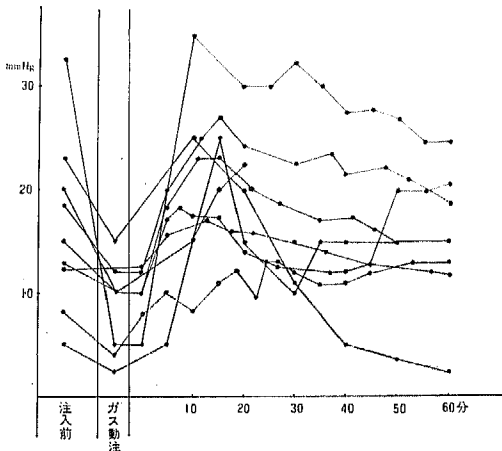


図 11 ガス動注前後の骨内圧

表 1 ガス動注療法の臨床効果

酸素動注の効果				炭酸ガス動注の効果			
A 疼痛と正座				疼痛と正座			
1	痛みなく正座可能	27例	36.5%	痛みなく正座可能	17例	60.7%	
2	痛みはあるが正座可能	28	37.8	痛みはあるが正座可能	7	25.0	
3	痛みが強くなり正座不可能	8	10.8	痛みが強くなり正座不可能	3	10.7	
4	最初から正座可能	11	14.9	最初から正座可能	1	3.6	
計		74	100.0	計		28	100.0
B ステロイド関節内注入との比較				ステロイド関節内注入との比較			
1	酸素動注の方がよかつた	37	50.0	炭酸ガス動注の方がよかつた	14	50.0	
2	ステロイドの方がよかつた	27	36.5	ステロイドの方がよかつた	11	39.3	
3	どちらも云えない	10	13.5	どちらも云えない	3	10.7	
計		74	100.0	計		28	100.0
C 効果持続期間				効果持続期間			
1	1週間以内	23	31.1	1週間以内	9	32.1	
2	1週間～1カ月間	25	33.8	1週間～1カ月間	11	39.3	
3	1カ月以上	14	18.9	1カ月以上	5	17.9	
	無効	12	16.2	無効	3	10.7	
計		74	100.0	計		28	100.0

はないものと考えられる。

効果は症例によつては当日より発現するものもあるが、一般にはステロイドと比較すると効果発現がおそく、徐々に症状の軽快するものが多い。しかし効果の持続期間はむしろガス動注療法の方が長いようである。

における血流の出納が低下していることを表現していると考えられる。

Radiation Clearance 法において測定されるものは、局所アイソトープの除去能力であり^⑭、山下^⑮は動脈硬化症、閉鎖性血栓性血管炎、四肢浮腫のある患者ではK値は小さいという^④。しかし橋本^⑯は安静

時においては Bürger 氏病のように末梢血行障害が存在すると考えられる症例でもK値は正常型に入るものもあるという。これによつてもわかるように、正常範囲も広く、またK値には種々の因子が関与している④⑤と考えられる。ところが動脈止血、動脈ガス栓塞の際にはK値はほとんど0となることから、動脈性の変化に影響を受けることが大であると考えられ、Radiation Clearance 法は局所組織の有効循環を量的に知る良い方法であると思われる。静脈止血容積脈波法は動脈血流入量を量的に測定できるが、静脈止血を行なう操作により真の動脈血流入量が表現されるかは問題である。一定条件のもとに正確に血流量が表現されたとしても個人差があり、Graf ⑩⑪によると上肢では 0.5~4 ml/100ml. min. のばらつきが健康者にあると報告している。

上述のことを考慮しても、光電管容積脈波法、Radiation Clearance 法、定容積式静脈止血容積脈波法による検査成績から、変形性膝関節症患者には動脈血流入量の低い症例の多いことが認められる。

次に動脈止血解除後に反応性充血が起こる現象は古くから知られているが、それがどのような作用機序により起こるかはわかっていない。その作用は交感神経の緊張⑫⑬などが関与しているなど考えられ、また動脈硬化が存在すると反応性充血が低下する⑭⑮といわれる。変形性膝関節症患者においても反応性充血の起こり方が少ないものも多く存在している。

成果の項において記述したようにガス動注後の血流は、容積脈波法、Radiation Clearance 法などいずれの方法で測定しても非常に増大していることが実証された。さらに関節内温度は外温にも影響を受けにくく⑯変化の少ないものであるが、ガス動注後は著明に温度が上昇しており、血流が増加していることを示すと思われる。しかし骨内圧ではばらつきが大きく⑰⑱変化が少なかったが、いずれの症例においても短時間であるが骨内圧の上昇をきたしている。これは動脈血流入量の増加を意味しているものと考えられる。したがって変形性膝関節症患者の血流を改善する目的でガス動注療法を行なう理論的根拠は成立すると考えられる。

第2節 ガス動注による血流改善機序

ガス動注療法により、血流改善がいずれの症例においても実際に認められ、調べ得た数例では、動注後2~3日以上も血流改善が証明され、臨床的には1週間以上効果があつたものは50%以上の症例に見られる。このような長時間の血流改善が起こる機序については

不明な点が多い。Möller⑲は注入した酸素自体の作用と考え、Lemaire はガスにより末梢が麻痺し、末梢抵抗の減弱によると説明し、Dufil⑳ は健康人の上腕動脈内に酸素、炭酸ガス、笑気、サイクロプロペン、アセチレンなど種々のガスを注入し、容積脈波法、皮膚温測定法、カロリー測定法および臨床所見によりいずれのガスにおいても同様に血行の増大をきたしたと報告しているが、その作用機序についてはガス栓塞による反応であるとしている。Schmidt㉑は炭酸ガス注入の際は、速度を早め、沢山の量を注入することにより、酸素動注療法と臨床的に同様の治療効果があると報告し、その作用機序は機械的拡張作用であると考えている。Baird㉒はガス動注後の血流増加は、機械的作用、反応性充血および血管平滑筋のβ-(adrenergic) receptor の刺激によると報告している。著者も酸素および炭酸ガス動注による循環動態の変動および臨床的効果の点よりみて、酸素と炭酸ガスの両者にはほとんど差がないことを認めた。ガス動注と同時に下肢の動脈は機械的に一時遮断され、ついでガスが細小血管に送り込まれあるいは吸収された後に反応性充血が現れ、やがて長時間の血流改善をきたすものと考えられるが、作用機序についてはさらに研究を要する。

第3節 ガス動注療法の副作用

注意を要することは脳栓塞の発生であり、さらに肺栓塞、冠栓塞も起こる危険性がある。Judmaier㉓、Schmidt㉔らは脳栓塞を経験し、Judmaier はその症状、経過を詳細に報告し、このような脳栓塞の発生は、特に上肢の酸素動注の際に起こりやすいという㉕㉖。われわれは、上記の手法を慎重に行なうことにより、脳栓塞は経験しなかつた。その他、下腹部痛あるいは下腹部の不快感を起こすことがあり、時には尿意、便意をもよおすこともあるという。なおガス注入時に下肢に一過性の疼痛を訴える。少数例ではあるが、かなり強い痛みを訴えた症例があつた。しかし疼痛は紅潮期になると軽快した。

注入部位の血腫は穿刺を何回もくり返さぬように努め、さらに注入終了後約5分間穿刺部位を軽く圧迫し止血を十分に行なうことにより予防できる。

感染の経験は1例もなく、特に抗生物質の使用を必要としなかつた。

われわれは本法を、重大な副作用を起こすことなく、安全に施行しうるものであることを確認した。

副腎皮質ステロイドの関節内注射が長期間行なわれている症例、あるいはそれによる治療効果のあまり見

られない症例に対しては、ガス動注療法は推奨しうる療法であると考ええる。

第5章 結 語

1) 種々の下肢循環動態検査法により、変形性膝関節症患者には、動脈血流入量の低いものが多く、反応性充血を起こさせてもその起こり方が小さく、持続時間の短いものが多いことが認められた。

2) 変形性膝関節症患者にガス動注法を行なうと、長時間にわたり著明に血流が増加することを証明した。

3) ガス動注法により、変形性膝関節症の約80%に治療効果を認めた。

4) 酸素動注と炭酸ガス動注を比較するに、下肢循環動態検査の成績および臨床効果からみて、両者の間にほとんど差は認められなかつた。

5) ガス動注療法は副作用なく安全に施行しうることを確認した。

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜つた恩師藤本憲司教授に深甚なる感謝の意を表す。なお本研究の実験に多大の御協力をいただいた寺山講師をはじめ関節症研究所の各位に感謝する。

文 献

- ①東博彦：骨循環動態の研究(第1報)骨内圧に関する基礎的研究。日整会誌, 37: 267, 1963 ②青木範充ほか：変形性膝関節症の下肢循環動態とガス動注療法に関する研究。日整会誌, 40: 669, 1966 ③Baird, R. J. et al. : Vasodilating action of intra-arterial oxygen emboli. Arch. Surg., 88: 23, 1964 ④Cooper, F. W. : The study of peripheral vascular disease with radioactive isotopes., Surg. Gynec. Obst., 88: 711, 1949 ⑤Duff, F. et al. : Vasodilation produced by experimental arterial gas embolism in man. Lancet, 2: 230, 1953 ⑥Fries, C. C. et al. : Peripheral vascular tonus and reactivity. Arch. Surg, 86: 13, 1963 ⑦Folkow, B. et al. : Adaptive structural changes of the vascular walls in hypertension and their relation to the control of the peripheral resistance. Acta Physiol. Scand., 44: 255, 1958 ⑧藤本憲司ほか：変形性膝関節症の酸素動脈注治療法。日整会誌, 36: 1012, 1962 ⑨藤本憲司：変形性膝関節症の臨床。リウマチ, 5: 118, 1964 ⑩藤本憲司ほか：変形性膝関節症の成因について。整形外科の進歩, 8: 1, 1964 ⑪藤本憲司ほか：変形性膝

関節症の下肢循環動態とガス動注療法に関する研究。

日整会誌, 38: 530, 1964 ⑫藤本憲司：変形性膝関節症。整形外科, 17: 222, 1966 ⑬古林兆：光電管

による容積脈波図の研究。日循誌, 3: 427, 1937

⑭Graf, K. : Zur Methodik der venösen Okklusionsplethysmografie. Die Wirkung distaler Gefäßokklusion auf die Durchblutung im Unterarm Acta Physiol. Scand., 60: 70, 1964 ⑮

Graf, K. : Auswertung und Messfehler okklusionsplethysmografischer Durchblutungsregistrierungen. Acta Physiol. Scand., 60: 120, 1964

⑯Hertzman, A. B. : Comparative estimation of blood supply of skin areas from photoelectrically recorded volume pulse. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 38: 562, 1938 ⑰橋本義雄ほか：アイ

ソトープに依る末梢血行の研究。呼吸と循環, 5: 588, 1957 ⑱橋本義雄ほか：放射性ナトリウムによる局

所循環の測定。綜合臨床, 7: 17, 1958 ⑲Hobbs,

J. T. et al. : Femoral artery flow, limb blood volume and cardiac output through continuously recorded indicator-dilution curves. Ann. Surg., 158: 159, 1963 ⑳伊藤維朗：骨循環動態の研究(第2報)骨 Radiation Clearance 法に関する基礎的

研究。日整会誌, 37: 823, 1964 ㉑Judmaier, F. : Sauerstoffbehandlung peripherer Zirkulationsstörung. München. Med. Wochr., 93: 1438, 1951

㉒Judmaier, F. : Die Sauerstoffbehandlung peripherer Durchblutungsstörungen. Urban & Schwarzenberg, Wien, 1956 ㉓北村政吉：皮膚

温度の研究。日循誌, 4: 30, 1938 ㉔古賀道弘ほか：末梢血行障害に対する酸素注入療法。外科, 22: 24,

1960 ㉕Kety, S. S. : Measurement of regional circulation by the local clearance of radioactive sodium. Am Heart J., 38: 321, 1949 ㉖栗本貞

：指頭容積脈波の定量的研究。日循誌, 7: 1, 1941

㉗Lemaire, A. et al. : Intraarterielle Sauerstoffinjektionen bei Arteriitiden der Extremitäten. Z. Orthop., 78: 611, 1949 ㉘Möller, W. : Aus-

sprachen. Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforsch., 19: 162, 1953 ㉙長島親男：正常及び病態に於ける血管

運動性に関する研究。日外会誌, 57: 571, 1956

㉚長島長節ほか：人体血管の神経調整。東京大学出版会, 1957 ㉛Ratschow, M. : Untersuchungen zur Wirkung des Sauerstoffgases in der Behandlung von Angiopathien. Med. Klin., 49: 691,

1954 ㉜Scherer, F. : Die Behandlung periph-

erer Durchblutungsstörungen mit der Sauerstoffinsufflation. Springer, Berlin, 1957 ㊸Schmidt, H. et al. : Zur Behandlung peripherer Durchblutungsstörungen mit intraarteriellen Gasinsufflationen. Dtsch. Med. Wschr., **86** : 1638, 1962 ㊸Shepherd, J. T. : Reactive hyperemia in human extremities. Circulation Res-

earch, **15** : 76, 1964 ㊸Stein, H. et al. : The effect of an arteriovenous fistula on intramedullary bone pressure. Surg. Gynec. Obst., **109** : 287, 1959 ㊸境田豊 : 関節温度に関する研究. 日整会誌, **33** : 103, 1959 ㊸山下久雄ほか : アイソトープに依る臨床検査. 総合医学, **13** : 611, 1956