

# 高血圧合併 2 型糖尿病患者における 局所運動筋酸素動態に関する検討

劉 殿玉<sup>1)</sup>, 王 国祥<sup>2)</sup>, 髻谷 満<sup>1)</sup>, 関川 清一<sup>3)</sup>,  
川口浩太郎<sup>3)</sup>, 大成 浄志<sup>3)</sup>

キーワード (Key words) : 1. 糖尿病 (diabetes mellitus) 2. 高血圧 (hypertension)  
3. 近赤外分光法 (near infrared spectroscopy)

本研究は、2 型糖尿病患者を高血圧合併の有無により分類し、運動筋酸素動態の差異を明らかにすることを目的とした。運動は、最大随意筋力の30%の強度にて3分30秒間の足関節底屈運動を行い、終了直前30秒間に一時的動脈血流遮断法を併用して、筋酸素利用変化率(%MO<sub>2</sub>)を算出し、運動終了後の筋酸素化レベル回復時間(TR)を測定した。その結果、高血圧合併 2 型糖尿病患者は、ヘモグロビンA1cおよび上腕動脈 - 足動脈間脈波伝播速度(baPWV)が有意に高値を示し(p < 0.05)、%MO<sub>2</sub>に有意差は認められなかった。またTRは有意に延長し(p < 0.05)、baPWVとTRには有意な正の相関関係を認めた(r=0.58, p < 0.05)。以上のことから、高血圧合併 2 型糖尿病患者では、高血圧を合併しない糖尿病患者と比較して、中等度運動での筋酸素化レベルに差異は認められないが、動脈硬化により酸素供給が低下した結果、TRが延長することが明らかとなった。

## はじめに

2 型糖尿病による代謝異常は、動脈硬化を促進させたり、さらに高血圧の合併が虚血性心疾患<sup>1)</sup>、脳血管障害<sup>2)</sup>の発症頻度を増加させる。この動脈硬化は耐糖能異常、軽症糖尿病の段階から進展し、高血圧が動脈硬化をはじめとする血管障害を引き起こす要因になる<sup>3)</sup>と考えられている。そのため、2 型糖尿病による血管障害発症以前の動脈硬化性変化を非侵襲的に捉えることは重要である。動脈硬化の定量的指標として脈波伝播速度(PWV)および足関節・上腕血圧比(ABI)が用いられている<sup>4-7)</sup>。しかし、これら指標は血管の器質的变化を反映する指標であり、運動による末梢循環動態を加味して測定することは困難である。

近年、運動時の末梢循環動態を非侵襲的に明らかにするために、超音波エコー法、磁気共鳴分光法、近赤外分光法(NIRS)などの手法が用いられている。その中でもNIRS法は、運動中のヘモグロビン(Hb)及びミオグロビン(Mb)の酸素化、脱酸素化の状態をin vivoで測定することが可能で、スポーツ選手をはじめ有疾患患者を対象に多く用いられている。NIRS法から得られる測定値は酸素供給と酸素消費の両要因によって規定されている<sup>8)</sup>、閉塞性動脈硬化症<sup>9-13)</sup>や糖尿病患者<sup>14)</sup>に対しNIRS法による測定値を運動時末梢循環動態の指標として、運動終了後の活動筋酸素動態の回復状況を評価し

間欠跛行肢の重症度判定を行っている報告は多い。しかし、これらの報告は、間欠跛行を示す重度な末梢循環障害が合併している患者を対象に行ったもので、重度末梢循環障害を合併していない糖尿病患者の活動筋酸素動態を検討した報告はない。また、糖尿病患者の骨格筋におけるミトコンドリアの機能不全<sup>15)</sup>やエネルギー代謝機能の異常<sup>16)</sup>について検討した報告はあるが、高血圧合併が活動筋酸素動態に及ぼす影響について検討した報告はない。間欠跛行を呈していない糖尿病患者でも高血圧を合併することにより、活動筋への酸素供給または活動筋での酸素消費に何らかの変化が生じていることが推測される。そこで、本研究では、2 型糖尿病患者を対象に、高血圧合併による活動筋酸素動態の差異を明らかにすることを目的とした。

## 研究方法

### 対象者

測定に先立ち、測定の方法及び主旨について説明し、同意の得られた虚血性心疾患及び脳血管疾患、下肢血管障害の既往歴を有さない2 型糖尿病患者50名を対象とした。そのうち、右上腕収縮期血圧が140mmHg以上を高血圧糖尿病群16名(男性10名・女性6名・平均年齢53.9歳)、140mmHg未満を単純糖尿病群34名(男性17・女性17名・平均年齢53.6歳)として2群に分類した。高血

・ Muscle oxygenation trend in patients with hypertensive type 2 diabetes mellitus

・ 1) 広島大学大学院医学系研究科保健学専攻 2) 蘇州大学体育学院 3) 広島大学医学部保健学科理学療法学専攻

・ 広島大学保健学ジャーナル Vol. 3(1) : 69 ~ 74, 2003

圧糖尿病群では、経口糖尿病治療薬を服用している者は12名、降圧薬を服用している者は2名であった。また、単純糖尿病群では、糖尿病治療薬を服用しているものは18名であり、降圧薬を服用している者はいなかった。

#### 測定方法

##### 1) 身体組成

身長計 (AD200R・甘木電子社製) 及び体脂肪計 (TBF-310・TANITA製) を用いて身長、体重及び体脂肪率を測定した。

##### 2) 血液検査

ヘモグロビンA1c (HbA1c), 空腹時血糖値 (FBS), 空腹時インスリン値 (FIRI), ヘモグロビン (Hb), 総コレステロール (TC), トリグリセライド (TG), HDLコレステロール及びLDLコレステロールを測定した。

##### 3) 脈波伝播測定

十分な安静仰臥位の後、血圧脈波検査装置 (form PWV/ABI BP-203RPE・日本コーリン社製) を用いて、四肢血圧、足関節/上腕血圧比 (ABI) 及び上腕動脈-足動脈間脈波伝播速度 (baPWV) を測定した。

##### 4) 筋酸素動態測定

組織血液酸素モニター (BOM-L1TR, オメガウエーブ社) を使用し、右腓腹筋腹中央部に血液組織酸素化ヘモグロビン・ミオグロビン (Oxy Hb・Mb) 及び血液組織脱酸素化ヘモグロビン・ミオグロビン (Deoxy Hb・Mb) を測定した。この場合、プローブとディテクターの距離を30mmに設定した。尚、事前に超音波診断装置 (ECHOPAL, HITACHI社) を用いて、NIRSプローブ設置部位における皮脂厚を測定した。

得られたNIRSデータは、アナログ・デジタル変換器 (Mac Lab 8S, A/D Instrument社) を介し、サンプリング周波数10Hzにてパーソナルコンピュータに取り込んだ後に解析した。

また、一時的動脈血流遮断法を併用するために、大腿部に駆血用マンシェットを装着し、駆血計 (E-20 Rapid cuff inflator・AG-101 Cuff inflator air source, Hokanson社) を用いて瞬時 (0.3秒以内) に加圧・減圧した。

##### 5) 測定プロトコール

運動は最大筋力の30%の張力を発揮する強度で行う右足関節底屈運動を用いた。測定に先立ち、最大努力で3秒間の足関節底屈運動を行わせ、最大筋力を引っ張り試験装置 (LU-200KSB340, 共和電業) を用いて計測した。2回計測を行い、高値を最大筋力とした。その後、3秒間の足関節底屈運動 (30%運動)、3秒間の休息を行うことを繰り返し、合計で35回の底屈運動を行った。総測定時間は3分30秒であった。

測定中、前方に設置したパーソナルコンピュータのモニターに目標強度を提示して運動強度の設定を行い、足

関節底屈運動、休息のタイミングはメトロノームにあわせて行うよう指示した。運動終了直前の30秒間、大腿部のマンシェットを220mmHgに加圧し、一時的動脈血流遮断法を併用した。また、30%運動の前に、安静状態において同様に一時的動脈血流遮断法を実施し、安静時における筋酸素動態を測定した。

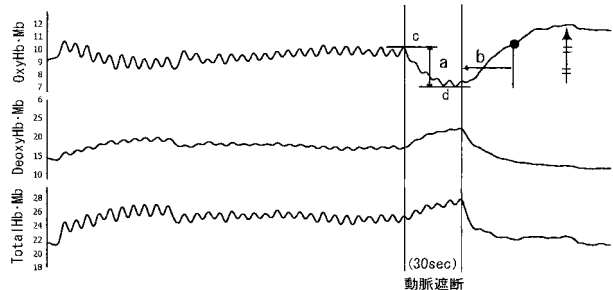


図1. NIRS解析方法

##### a. 筋酸素利用変化率 (%)

動脈遮断中のOXYHb・Mbの低下率 ( $a=100-d \cdot 100/c$ )

##### b. 回復時間 (秒)

運動終了後の最大OXYHb・Mb値の1/2に達する時間

##### 6) 解析方法 (図1)

加圧開始直前の値を基準として、血流遮断時のOxy Hb・Mbの減少率を算出し、筋酸素利用変化率 (% $MO_2$ ) として定義した。また、運動終了時のOxy Hb・Mbの値から回復期における最高値の1/2に達するまでの時間を回復時間 (TR) とした。

なお、得られたNIRSデータは5秒間の平滑化処理を行った後、各解析値を算出した。

#### 統計処理

得られたデータは平均値 ± 標準偏差として表した。ABI 及び baPWV はNIRS測定肢と同側の測定値を代表値として解析した。身体組成、血液検査値、右baPWV、右ABI及びTRの2群間の比較は、対応のないt検定を用いた。

2群間における測定条件 (安静, 30%運動) の違いによる% $MO_2$ の比較は、二元配置分散分析を用いて検討した。また、2群における右baPWVとTRとの関係及び、右ABIとTRとの関係はピアソンの相関分析を用いて検討した。

なお、統計ソフト (Statview 5.0J for windows, SAS inc.) を用いて、それぞれ有意水準を5%未満とした。

## 結 果

表1に患者のプロフィールを示した。2群間において、年齢、身体組成、BMI、FBS、Hb、TC、TG、HDL及びLDLコレステロールに有意差は認められなかった。また、高血圧糖尿病群において、HbA1c及びFIRIが有意に高値

表1 2群における患者特性

	単純糖尿病群	高血圧糖尿病群	
数(男/女)	34(17/17)	16(10/6)	
年齢 (歳)	53.6 ± 8.6	53.9 ± 8.2	NS
身長 (cm)	159.0 ± 8.9	161.3 ± 11.5	NS
体重 (kg)	58.4 ± 13.2	63.9 ± 13.0	NS
BMI	23.0 ± 3.9	24.5 ± 3.5	NS
体脂肪率 (%)	24.9 ± 7.2	25.9 ± 7.5	NS
HbA1c (%)	6.7 ± 0.8	7.5 ± 1.2	p<0.05
空腹血糖 (mg/dl)	135.8 ± 28.4	151.4 ± 35.5	NS
空腹インスリン (μU/ml)	5.1 ± 3.4	8.6 ± 6.0	p<0.05
ヘモグロビン (g/dl)	13.9 ± 1.6	14.7 ± 1.5	NS
総コレステロール (mg/dl)	205.4 ± 32.8	203.7 ± 33.5	NS
トリグリセライド (mg/dl)	111.9 ± 64	139.1 ± 71.9	NS
HDL (mg/dl)	60.0 ± 13.4	54.4 ± 12.9	NS
LDL (mg/dl)	123.1 ± 28.5	121.5 ± 34.5	NS
収縮期血圧 (mmHg)	123.8 ± 9.7	156.1 ± 12.1	p<0.001
拡張期血圧 (mmHg)	75.7 ± 7.6	91.9 ± 10.8	p<0.001

を示した (HbA1c : p<0.05, FIRI : p<0.05)。

右ABIは、単純糖尿病群では、1.1 ± 0.1、高血圧糖尿病群では1.1 ± 0.1であり、有意差は認められなかった (図2)。また、右baPWVは、単純糖尿病群では1,520.2 ± 211.8cm/sec、高血圧糖尿病群では1,777.9 ± 320.7cm/secであり、高血圧糖尿病群において有意に高値を示した (p<0.001) (図2)。

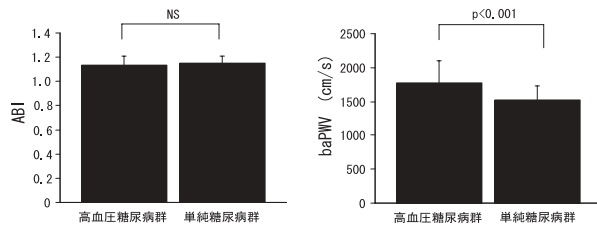


図2 2群における右ABIとbaPWV

NIRS測定部位における皮脂厚は、単純糖尿病群では、3.7 ± 1.9mm、高血圧糖尿病群では2.9 ± 1.8mmであり、2群間に有意差は認められなかった。

%MO<sub>2</sub>の結果を図3示した。単純糖尿病群では安静時は1.94 ± 2.5%であったが、30%運動により13.2 ± 10.9%に増加した。また、高血圧糖尿病群では安静時3.5 ± 3.8%から30%運動により18.7 ± 14.1%に増加した。しかし、2群における測定条件の違いによる%MO<sub>2</sub>の比較で、有意差は認められなかった。

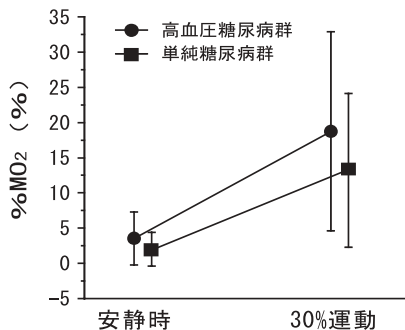


図3 2群間での%MO<sub>2</sub>の変化

図4に2群間におけるTRの結果を示した。単純糖尿病群では、運動終了後のOxy Hb・Mbの増加が認められ

なかった2名を除いて統計処理を行った。単純糖尿病群では、15.9 ± 9.6秒、高血圧糖尿病群では、24.1 ± 14.5秒であり、高血圧糖尿病群において有意に延長していた (p<0.05)。

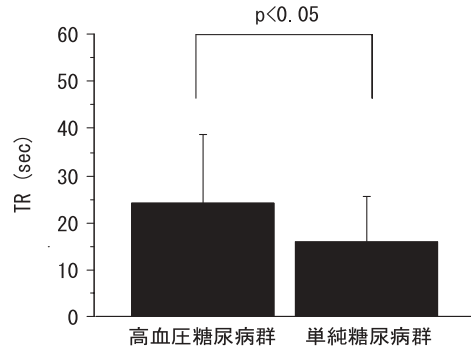


図4 2群におけるOxy Hb・Mb回復時間 (TR)

図5に各群における右baPWVとTRとの関係、図6に右ABIとTRとの相関関係を示した。単純糖尿病群では右baPWVとTRに弱い正の相関を認めた (r=0.28, p=0.12)。また、右ABIとTRとの関係に弱い負の相関を認めた (r=-0.23, p=0.21)。高血圧糖尿病群では右ABIとTRとの関係は弱い負の相関が認められたが (r=-0.21, p=0.44)、右baPWVとTRとの関係は有意な正の相関関係を認められた (r=0.58, p<0.05)。

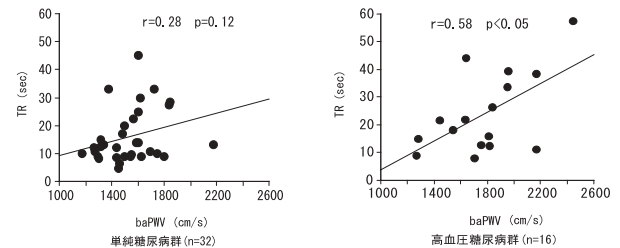


図5 2群における右baPWVとTRとの関係

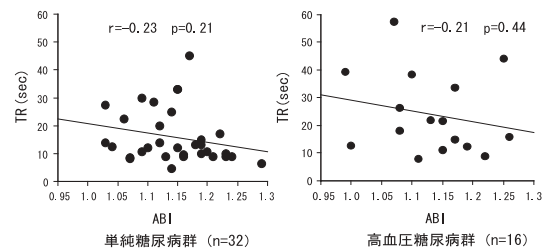


図6 2群における右ABIとTRとの関係

## 考 察

本研究では、2型糖尿病患者を対象に、高血圧合併による活動筋筋酸素動態の差異を明らかにすることを目的とし、最大筋力の30%強度の足関節底屈運動を実施した。

その結果、高血圧糖尿病群と、単純糖尿病群を比較すると、ABIに有意差は認められなかったが、baPWVは高

血圧糖尿病群で有意に高値を示した。ABIは主に閉塞性動脈硬化症の診断法の1つとして推奨され、正常は0.9~1.3、それ未満では閉塞性動脈硬化症の存在が示唆される<sup>17)</sup>。本研究にて対象とした2型糖尿病患者は、ABIが0.99~1.29と正常範囲であった。また、baPWVは、1,842~2,447cm/secであり、健常成人<sup>18)</sup>と比べて高値であり、下肢動脈疾患を有さないものの動脈硬化の存在が示唆された。

NIRSにより測定されるOxy Hb・Mbの変化は運動筋への酸素供給と運動筋での酸素利用のバランスを反映しており、得られるそのままの測定値を酸素消費量の変化として捕らえることは困難である。そのため測定部位よりも近位側にて動脈圧より高い圧で加圧するといった一時的動脈遮断法を併用し、遮断中のOxy Hb・Mbの変化率を酸素消費の指標として検討している報告が多く<sup>19~24)</sup>、本研究も同手法を用いた。しかし、運動筋におけるNIRS測定値が、脂肪層が厚くなると測定値が低下することが報告されており<sup>25, 26)</sup>、測定値を定量化するために皮下脂肪の影響を検討する必要がある。本研究では、NIRS測定部位における皮脂厚を超音波エコーを用いて検討したところ、2群間において有意差が認められなかった。このことから、2群におけるNIRS測定値に対する皮下脂肪層の影響の違いはないものと思われる。

2型糖尿病患者における筋機能に関する研究で、Kellyら<sup>15)</sup>は、筋生検法を用いて検討し、糖尿病患者ではミトコンドリア容量が低下し、クエン酸シターゼ酵素活性も低下していることを報告し、Scheurmann-Fら<sup>16)</sup>は、核磁気共鳴分光法を用いて骨格筋エネルギー代謝について検討し、健常者と比較して2型糖尿病患者では運動により早期にクレアチンリン酸が低下し、筋肉pHが低値を示すことを報告している。これらのことから、2型糖尿病患者では酸素利用率が低くなることが予想される。しかし、本研究では、2群間において測定条件(安静・30%運動)の違いにより、%MO<sub>2</sub>の変化に、有意差が認められなかった。今回の対象者と先行研究の対象者を比べると、HbA1cが低く、糖尿病の進行度が軽かったため結果に差がみられたものと思われる。今回対象とした2型糖尿病患者では、高血圧を合併していても、合併していなくても、中程度運動時の運動筋での酸素利用能には差がないものと考えられる。

一方、NIRSを用いた筋酸素動態の検討には、運動終了後のOxyHb・Mbの回復時間(TR)を指標とする場合もある。このTRは運動時の筋内酸素濃度および筋内高エネルギーリン酸の低下度に関連し、筋内毛細血管密度、ミオグロビン濃度、ミトコンドリアの大きさおよび密度、酸化酵素活性、酸素運搬能力などを総合的に反映していると報告されている<sup>21, 27)</sup>。今回、高血圧糖尿病群でTRが有意に延長しているという結果が得られたが、先の両

群の%MO<sub>2</sub>の変化をあわせて考えると、このTRの延長は酸素利用能の低下によるものというより、他の要因が関与しているものと思われる。Komiyamaら<sup>14)</sup>は、下肢血管障害により中等度~重症間欠跛行を呈する糖尿病患者を対象に、トレッドミル歩行負荷を実施し、動脈の血流障害による酸素供給の減少は運動終了後のTRの延長をもたらすことを報告している。本研究において、高血圧糖尿病群では、baPWVが単純糖尿病群よりも高値を示し(p<0.005)、TRが有意に延長していた(p<0.05)。baPWVは末梢血管を含めた動脈硬化の指標であるため、高血圧糖尿病群においてより末梢動脈硬化が進行していたと考えられる。また、単純糖尿病群では、運動肢側のbaPWVとTRとは弱い相関関係であったが、高血圧糖尿病群では有意な相関関係(r=0.58, p<0.05, n=16)が認められていたことから、baPWVが高値である患者ほど、運動終了後の酸素化レベルの回復に時間を要することが分かった。糖尿病患者では、HbA1cの増加が微小血管障害と関連すること<sup>28~30)</sup>が報告されており、また、糖尿病状態での高インスリン血症もしくはインスリン抵抗性によって高血圧となり、動脈硬化が進展することが報告されている<sup>31)</sup>。今回対象とした高血圧糖尿病群においてもHbA1c、空腹時インスリン値は高値を示し(p<0.05)、baPWVも有意に高かったことから、微小血管の障害や末梢動脈硬化が引き起こされ高血圧を合併していたものと推測される。高血圧糖尿病群ではこれらの血管障害により、単純糖尿病群と比較して運動終了後の血液供給が不十分であり、酸素供給が低下した結果NIRS回復時間が延長したものと考えられる。

## まとめ

2型糖尿病患者を対象に、最大筋力の30%強度の足関節底屈運動を実施し、高血圧合併の有無がNIRS動態に及ぼす影響について検討した。その結果から、高血圧糖尿病群において、単純糖尿病群と比べて、1)運動筋での酸素利用が変化しないが、運動終了後の酸素化レベルの回復時間が遅延すること、2)酸素化レベルの回復時間の延長とbaPWVの高値は有意な正の相関関係を示し、動脈硬化により酸素供給が低下した結果、運動終了後の酸素化レベルの回復時間が延長することが明らかとなった。

## 文 献

1. United Kingdom Prospective Diabetes study Group: Risk factor of coronary artery disease in non-insulin dependent diabetes mellitus (UKPDS 23). Br. Med. J., 22 (7136) :823-828, 1998

- 2 . United Kingdom Prospective Diabetes study Group: Risk factor of stroke in type 2 melitus (UKPDS 29). Arch Intern. Med., 159 (10) :1097-1103, 1993
- 3 . 東 幸仁, 末田泰二郎, 吉栖正生: 高血圧における血管内皮機能と酸化ストレス . J. 脈管学, 43(2) : 53-57, 2003
- 4 . Nakamura, U., Iwase, M. and Nohara, S. et al. : Usefulness of brachial-ankle pulse wave velocity measurement: correlation with abdominal aortic calcification. Hypertens Res., 26 (2): 163-167, 2003
- 5 . 小林由希, 湯本幸子, 青木君代 他 : 人間ドック受診者にPWV測定を試みて . 健康医学, 17(3) : 318-321, 2002
- 6 . 齊藤 昇, 田畑直人, 瀬戸口敏明 他 : 老年患者における四肢同時血圧測定と脈波伝播速度 . Therapeutic Research, 23 (10): 2047-2049, 2002
- 7 . 鳥島康充, 沢村英一郎, 鹿野尚英 他 : 整形外科を受診した間欠跛行患者における慢性動脈閉塞症の割合及び診断法. 整形・災害外科, 45(6) : 665-674, 2002
- 8 . McCully, KK. and Hamaoka, T. : Near-infrared spectroscopy: what can it tell us about oxygen saturation in skeletal muscle?. Exerc Sport Sci. Rev., 28 (3) : 123-127, 2000
- 9 . 市来正隆 : 閉塞性動脈硬化症における近赤外線分光法の臨床応用 . 脈管学, 42(1) : 79-82, 2002
- 10 . 渡辺俊明, 松下昌裕, 錦見尚道 他 : 近赤外分光法を用いた閉塞性動脈硬化症虚血肢の評価 - API回復時間との比較検討. 日本血管外科学会雑誌, 9(7) : 701-706, 2000
- 11 . 川上健吾 : 近赤外分光法を臨床応用した虚血性間欠性跛行肢の無侵襲的評価法の確立 . 金沢大学十全医学会雑誌, 108(3) : 360-370, 1999
- 12 . 佐藤一喜, 金城正佳, 西巻 博 他 : 間欠性跛行肢の客観的重症度評価法としての近赤外線分光法の有用性に関する研究. 日本血管外科学会雑誌, 7(7) , 813-820, 1998
- 13 . 飛田研二 : 近赤外分光法を用いた跛行肢の筋酸素代謝動態 : 愛知医科大学医学会雑誌, 24 : 87-97, 1996
- 14 . Komiyama, T., Shigematsu, H. and Yasuhara, H. et al. : Near-infrared spectroscopy grades the severity of intermittent claudication in diabetics more accurately than ankle pressure measurement. Br. J. Surg., 87(4) : 459-466, 2000
- 15 . Kelley, DE., He, J. and Menshikova, EV. et al. : Dysfunction of Mitochondria in Human Skeletal Muscle in Type 2 Diabetes. Diabetes, 51 (10) : 2944-2950, 2002
- 16 . Scheuermann-F, M., Madsen , PL. and Manners, D. et al.: Abnormal Cardiac and Skeletal Muscle Energy Metabolism in Patients with Type 2 Diabetes. Circulation, 107 (24) : 3040-3046, 2003
- 17 . Hiatt, WR. : Medical treatment of peripheral arterial disease and claudication. N. Engl. J. Med., 24: 344 (21) : 1608-21. 2001
- 18 . 大西浩文, 齊藤重幸, 高木 覚 他 : 糖尿病における動脈硬化進展指標としてのPulse Wave Velocity (PWV) の有用性に関する検討 . 糖尿病, 45 (3) : 195-198, 2002
- 19 . Cheattle, TR., Potter, LA. and Cope, M. et al. : Near-infrared spectroscopy in peripheral vascular disease. Br. J. Surg., 78 : 405-408. 1991
- 20 . Colier, WN., Meeuwssen, IB. and Degens, H. et al. : Determination of oxygen consumption in muscle during exercise using near infrared spectroscopy. Acta Anaesthesiol Scand Suppl, 107 : 151-155.1995
- 21 . Hamaoka, T., Iwane, H. and Shimomitsu, T. et al. : Noninvasive measures of oxidative metabolism on working human muscles by near-infrared spectroscopy. J. Appl. Physiol., 81(3) : 1410-1417. 1996
- 22 . Van Beekvelt, MC., Van, EBG. and Wevers, R. et al. : Quantitative near-infrared spectroscopy discriminates between mitochondrial myopathies and normal muscle. Ann Neurol, 46 : 667-670.1999
- 23 . Kragelj, R., Jarm, T. and Miklavcic, D: Reproducibility of parameters of postocclusive reactive hyperemia measured by near infrared spectroscopy and transcutaneous oximetry. Ann. Biomed. Eng., 28 : 168-173 , 2000
- 24 . Sako, T., Hamaoka, T. and Higuchi, H. et al. : Validity of NIR spectroscopy for quantitatively measuring muscle oxidative metabolic rate in exercise. J. Appl. Physiol., 90 : 338-344, 2001
- 25 . Homma, S., Fukunaga, T. and Kagaya, A. : Influence of adipose tissue thickness on near infrared spectroscopic signal in the measurement of human muscle. J. Biomed. Opt., 1: 418-424, 1996
- 26 . 山本克之 : 皮下脂肪層を考慮した近赤外線分光法の利用と今後の展開. 体育の科学, 61(7) : 518-521, 2001
- 27 . Chance, B., Nioka, S. and Kent, J. et al. : Time resolved spectroscopy of hemoglobin and myoglobin in resting and ischemic muscle. Anal. Biochem., 174 : 698-707, 1988
- 28 . Iribarren, C., Karter, AJ. and Go, AS. et al.: Glycemic Control and Heart Failure Among Adult Patients With Diabetes. Circulation, 103 (22) : 2668-2673, 2001
- 29 . Mahler, RJ., and Adler, ML. : Type 2 Diabetes Mellitus: Update on Diagnosis, Pathophysiology, and Treatment. J. Clin. Endocrinol. Metab., 84 (4) : 1165-1171, 1999
- 30 . Libby, P. and Plutzky, J. : Diabetic Macrovascular Disease: The Glucose Paradox?. Circulation, 106(22) : 2760-2763, 2002
- 31 . 服部明德, 大内耐義, 折茂 肇 : 動脈硬化 . 循環科学, 15 (9) . : 896 ~ 898 , 1995

# Muscle oxygenation trend in patients with hypertensive type 2 diabetes mellitus

Dianyu Liu<sup>1)</sup>, Guoxiang Wang<sup>2)</sup>, Mitsuru Tabusadani<sup>1)</sup>, Kiyokazu Sekikawa<sup>3)</sup>, Kotaro Kawaguchi<sup>3)</sup> and Kiyoshi Onari<sup>3)</sup>

1 ) Health Sciences, Graduate School of Medical Science, Hiroshima University

2 ) Physical Education college of Soochow University

3 ) Division of Physical Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University

Key words : 1 . diabetes mellitus 2 . hypertension 3 . near infrared spectroscopy

Background : It is known that hypertension with type 2 diabetes mellitus increases the risk of arterial stiffness, but it is not clear whether it is accompanied by abnormal oxygenation in the exercising muscle. Methods and results: A total of 50 patients with type 2 diabetes, comprising normotensive patients (n=34, Age:53.6 ± 8.6, BMI:23.0 ± 3.9) and hypertensive patients (n=16, Age:53.9 ± 8.2, BMI:24.5 ± 3.5) , was studied. Right gastrocnemius muscle oxygenation was measured using near-infrared spectroscopy while resting and in a 210 sec planter flexion exercise. Muscle oxygen utilization rate (%MO<sub>2</sub>) was calculated as the increasing rate of oxygenated hemoglobin/myoglobin during a 30 sec arterial occlusion, and re-oxygenation time (TR) was calculated after arterial occlusion. The results demonstrated that glycol hemoglobin A1c (HbA1c) and baPWV in hypertensive patients (HbA1c:7.5 ± 1.2%, baPWV:1777.9 ± 320.7 cm/sec) were significantly different from those in normotensive patients (HbA1c:6.7 ± 0.8%, baPWV:1520.2 ± 211.8 cm/sec)(p < 0.05, p < 0.001), while no difference was observed in %MO<sub>2</sub>. Moreover, the TR was found to be slower in the hypertensive patients, and showed a positive relationship with the baPWV (r=0.58, p < 0.05). From these results, it could be concluded that the arterial stiffness was caused by the decrease of oxygenation and the prolonging of TR in the hypertension with type 2 diabetes patients.