

# 健常ヒトボランティアにおける 炭酸ガス経皮吸収による脂肪量，筋肉量の変化

神戸大学大学院 酒井良忠

## The Effect of Transcutaneous Application of Carbon Dioxide on Fat and Lean Volume in Healthy Human Subjects

by

Yoshitada Sakai

*Division of Rehabilitation Medicine,  
Kobe University Graduate School of Medicine*

### ABSTRACT

We previously reported that our novel transcutaneous CO<sub>2</sub> application device cause artificial Bohr effect, muscular strength augmentation, increase of mitochondria quantity, neovascularization effects. In this study, we investigated the effects of transcutaneous CO<sub>2</sub> application on muscle and fat volume in non-exercise condition. 25 normal adults with informed consent by written were enrolled this study. We divided the transcutaneous application for 10 min onto their right leg into five times a week and once a week, and conducted it for three months. The results showed that the quadriceps strength were significantly increased in once a week group and hamstrings strength were significantly increased in five times a week group. The muscle volume were significantly increased in both group, however, fat volume were significantly decreased slightly in once a week group. Our novel weekly transcutaneous application of CO<sub>2</sub> increased muscle strength and muscle volume, and decreased fat volume under non-exercise condition.

## 要 旨

今まで我々は、新開発の高濃度炭酸ガス経皮吸収デバイスが体内で人工ボア効果を引き起こし、筋力増強、ミトコンドリア量の増加、血管新生作用等を報告している。今回我々は非運動下における炭酸ガス経皮吸収の筋肉量、脂肪量への影響について検討した。対象は文書で同意が得られた健常成人 25 名。右下肢に 10 分間の炭酸ガス経皮吸収を週 1 回施行群と週 5 回施行群に分け、3 か月間施行した。施行前と 1 か月毎、3 か月まで筋力と MRI にて両大腿部の筋肉量、脂肪量を測定し、その左右差と経時的变化を計測した。その結果大腿四頭筋力は週 1 回群で有意に増加し、ハムストリングス筋力は週 5 回群で有意に増加した。筋肉量は週 1 回群、週 5 回群ともに増加したが、脂肪量は週 1 回群のみ有意に低下し、週 5 回群では有意差を認めなかった。炭酸ガス経皮吸収は週 1 回の施行で、非運動下において筋肉量を増加させ、脂肪量を減少させる効果があることが判明した。

## 緒 言

炭酸ガス経皮吸収は、炭酸ガスを経皮的に吸収させることにより、主にその血管拡張作用、血流増加作用をもとに治療効果を得る方法である。現在まで、天然炭酸泉や人工炭酸泉が血行障害<sup>1,2)</sup>や、皮膚潰瘍<sup>3)</sup>、に用いられており、炭酸ガス皮下注射が形成外科的分野<sup>4,5)</sup>に、天然炭酸泉由来ガス浴が慢性閉塞性動脈硬化症<sup>6)</sup>やレイノー現象<sup>7)</sup>に用いられ、その効果が報告されている。

しかしながら、人工炭酸泉はその炭酸ガス濃度が低いこと、皮下注射は感染のリスク、天然炭酸泉由来ガス浴は、ガスの入手に困難があるのが問題である。我々はこれらの問題を解決した、ネオケミア株式会社が開発した純炭酸ガスと吸収促進ハイドロゲル、アダプターを用いた高濃度炭酸ガ

ス経皮吸収デバイスを用いて、基礎研究を行ってきた。純炭酸ガスを用いることで、ガス入手の容易さと、高濃度の経皮吸収を可能とし、ハイドロゲルを用いることで、簡便かつ感染のリスクなく経皮吸収を行うことが可能である(国際公開番号: WO2004/002393)。

我々は、この装置を用いて、実際にヒトにおいて、炭酸ガスが経皮吸収され、組織内 pH が低下し、またヘモグロビンの酸素解離を促進させ、人工ボア効果をもたらすことを証明した<sup>8)</sup>。さらに、遅発性筋痛からの筋力、疼痛、身体パフォーマンスの回復を報告している<sup>9)</sup>。またラットにおいては、非運動下で筋重量の増加、ミトコンドリア量の増加、ミトコンドリア関連因子の発現増加、血管新生、筋線維の移行を報告し<sup>10)</sup>、さらには回転かごを用いた運動トレーニング下での検討では、運動パフォーマンスの向上、有酸素運動効果の増強を報告している<sup>11)</sup>。

これらの結果から、実際にヒトにおいても炭酸ガス経皮吸収は非運動下で有酸素運動効果があることが推察される。スポーツの現場において、トレーニング効果や疲労回復効果、さらにはダイエット効果の可能性が示唆されるが、実際にヒト生体内の筋肉量や脂肪量において、どのような影響をもたらしているかは検討がおこなわれていない。

そこで今回我々は、この新しい炭酸ガス経皮吸収が、実際に筋肉量や脂肪量に対して影響を与えるかについて検討を行うこととした。