

ストレッチにおける身体反応の変化

SSS
Sports Stretching Specialty

Functional
Body

スリーエスグループジャパン



国士館大学大学院スポーツ・システム研究科

ストレッチの効果とは・・・？

- ▶ ストレッチに関して、身体が柔らかくなる(関節可動域の増加)ことはもちろん、従来のマッサージなどでは解消しづらい肩こり・腰痛にも効果があるとされている。また、表部の筋肉はもちろん深部の筋肉(インナーマッスル)の柔軟性を向上させる事が出来る為、あらゆる関節の柔軟性向上により全身の血行促進にも繋がると考えられる。



目的

- ▶ ストレッチにおける身体の各機能及び生理学的応答を検証することにより、ストレッチの効果を明らかにすることを目的とする。
 - ▶ 特にストレッチ前後の**姿勢に着目**し、座位及び立位による異なる2つの**姿勢(正常及び猫背)**の違いを検討する。
-

測定方法

▶ 被験者

被験者は大学運動部に所属する学生5名とした。被験者は週5回程度のトレーニングを行っており、特に既往及び怪我の無い者であった。

また、別の1名でストレッチ中の血圧及び呼気ガスの測定を行った。

| | 年齢 (歳) | 身長 (cm) | 体重 (kg) |
|-------------------|------------|-------------|------------|
| ストレッチ前後の測定 n=5 | 21.5 ± 1.0 | 177.4 ± 0.5 | 68.8 ± 3.2 |
| ストレッチ中の測定 n=1 | 21 | 178 | 70.7 |

実験プロトコル



※安静時に4つの姿勢(座位安静, 座位猫背, 立位安静, 立位猫背)を行わせる



測定項目

▶ 血圧(Blood Pressure: BP)

- ・収縮期血圧(Sys): 最大血圧(いわゆる上の血圧)
- ・拡張期血圧(Dia): 最小血圧(いわゆる下の血圧)
- ・一回拍出量(SV): 心臓の一回の拍動で送り出される血液の量
- ・心拍出量(CO): 一分間に心臓から送り出された血液の量
- ・血管抵抗(TPR): 細動脈から毛細血管への血液の流れに対する抵抗

▶ 呼吸

- ・酸素摂取量(VO_2): 一分間あたりの酸素摂取の量
- ・二酸化炭素排泄量(VCO_2): 一分間あたりの二酸化炭素排泄の量
- ・呼吸商(R): 二酸化炭素排泄量を酸素摂取量で割った値で, 0.7に近いほど脂質を燃焼し, 1に近づくほど糖質を燃焼することを示す

▶ 心拍数(HR): 一分間あたりの心拍数

▶ 筋力

- ・等尺性膝関節伸展筋力(extension): 一定の角度における膝関節伸展の筋力
 - ・等尺性膝関節屈曲筋力(flxion): 一定の角度における膝関節屈曲の筋力
-

血圧

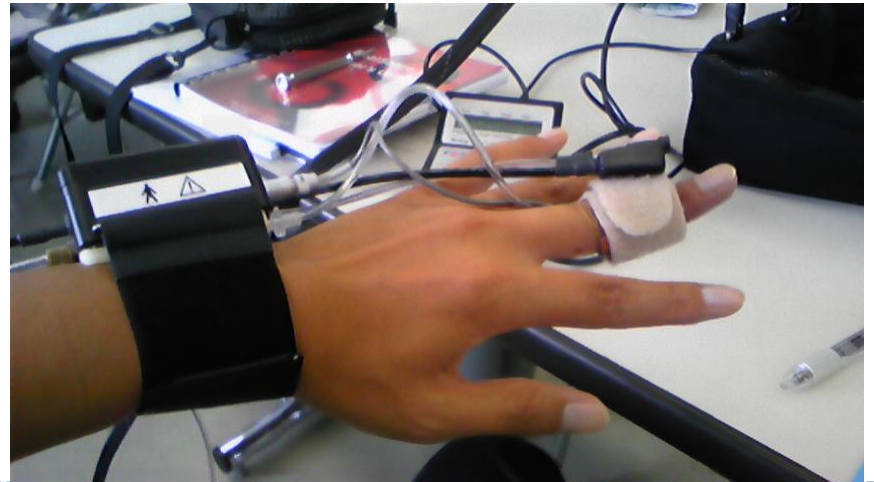
- ▶ 血圧は連続指血圧測定装置(Finometer, Photal社)を用いて、被験者の左第三指指尖から測定した。
- ▶ 血圧(平均血圧)は以下の式から求められる。

$$\text{血圧(BP)} = \text{心拍出量(CO)} \times \text{血管抵抗(TPR)}$$

$$\text{心拍出量(CO)} = \text{一回拍出量(SV)} \times \text{心拍数(HR)}$$

<測定の意味>

ストレッチにより血流が良くなれば、末梢血管抵抗の低下につながり、結果的に血圧が低下すると考えられる。



呼気ガス及び心拍

- ▶ 安静時の呼気ガス分析は測定装置(AE-300,ミナト医科学社製)を用いて行った.
- ▶ 心拍は胸部誘導法により測定し, 心拍データは呼気ガスデータと合わせて解析した.

<測定の意味>

酸素摂取と二酸化炭素排出は, ヒトのエネルギー産生に関与しており, 酸素消費の向上により代謝向上などが考えられる.



筋力測定

- ▶ 膝関節筋力診断装置(COMBIT CB-2,ミナト医科学社製)を用いて, 等尺性膝関節屈曲及び伸展時の筋出力を測定した.

<測定の意義>

ストレッチにより筋収縮活動がスムーズに行うことができれば, 筋出力に変化が見られると考えられる.



データ分析

- ▶ 各測定項目のストレッチ前後(pre及びpost)の比較
- ▶ 各測定項目のストレッチ前後の変化率
- ▶ 姿勢の違いによる各測定項目の違い
- ▶ 姿勢の違いによる各測定項目の変化率の違い

(変化率はpreを100%とした)

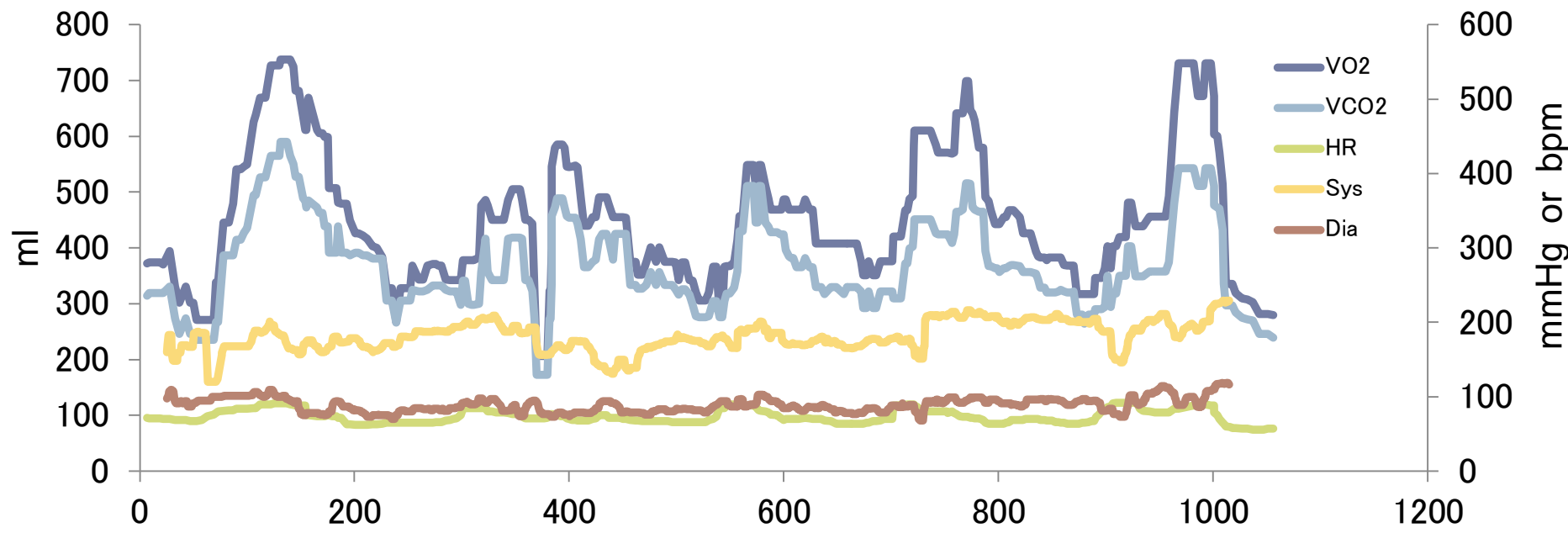
| | 座位安静 | 座位猫背 | 立位安静 | 立位猫背 |
|------|------|------|------|------|
| Pre | | | | |
| Post | | | | |

<変化率>

個人差が大きい場合、個人による「ばらつき」が大きくなるため、基準値からの変化率で算出した方がばらつきが少なく比較しやすい。

↔ 比較

結果: 被験者Aにおけるストレッチ中の血圧及び呼吸パラメータの変化



ストレッチ中の呼吸及び血圧パラメータ

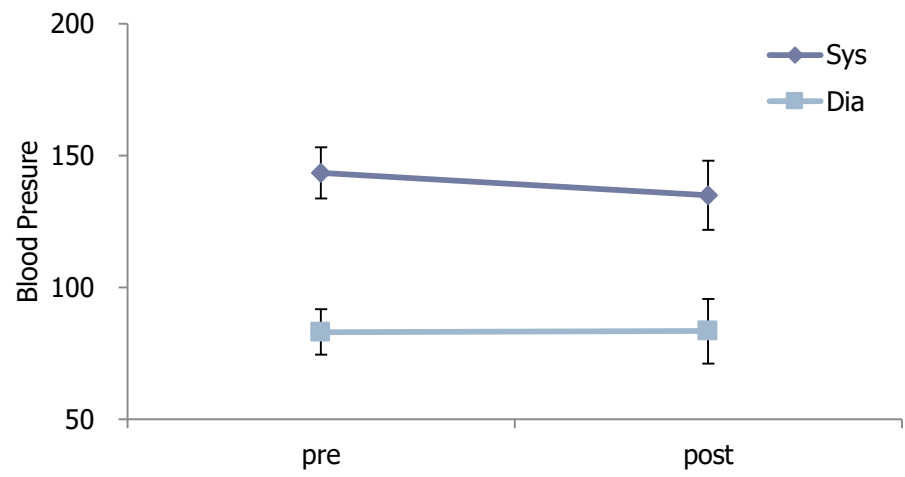
- ▶ ストレッチ中は安静時の約1.5~1.8倍のエネルギー消費があることが確認できた(安静時1.2METS; ストレッチ時1.9METS).
- ▶ 心拍数は安静時の約1.2倍であった.

心拍数がそれほど上昇せず, 安静時よりもエネルギー消費が大きくなることが明らかとなった.

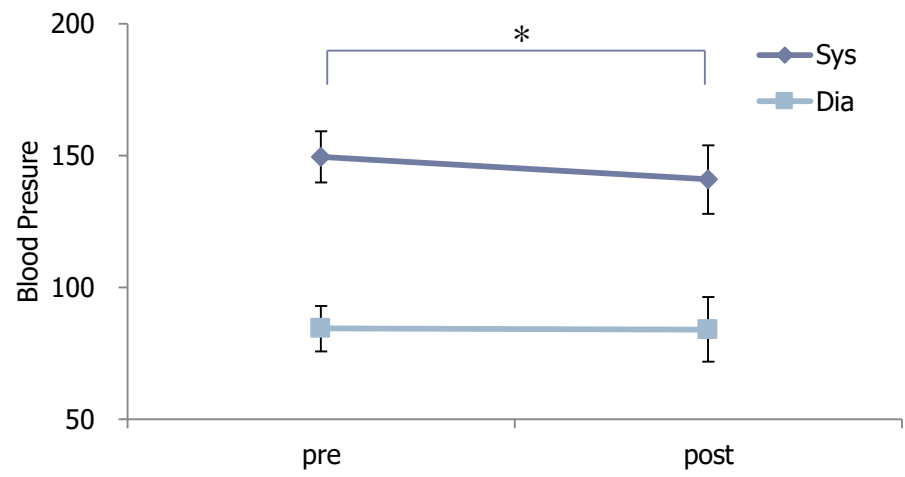
被験者Aにおけるストレッチ中の血圧及び呼吸パラメータの変化

- ▶ ストレッチ中に酸素摂取量と二酸化炭素排泄量が急激に減少している(400秒の手前あたり)のは、ストレッチにより呼吸をほとんどしなかったためである。
- ▶ ストレッチ中に心拍数はそれほど上がらないのに酸素消費量が多い事から、心臓に負荷がかからずにエネルギー消費の効果を得ることができ、心臓の弱い人やお年寄りに(ストレッチの強度を弱める必要があるが)効果的であると考えられる。

結果: ストレッチ前後の血圧の変化

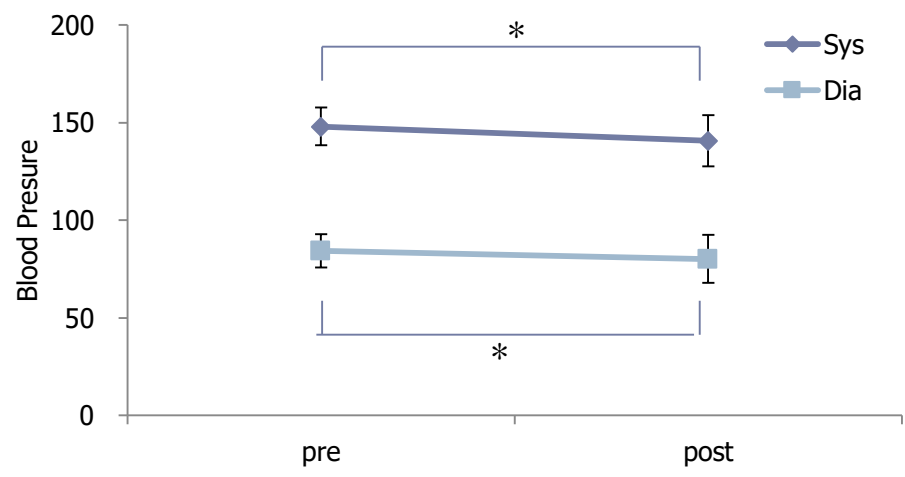


座位安静



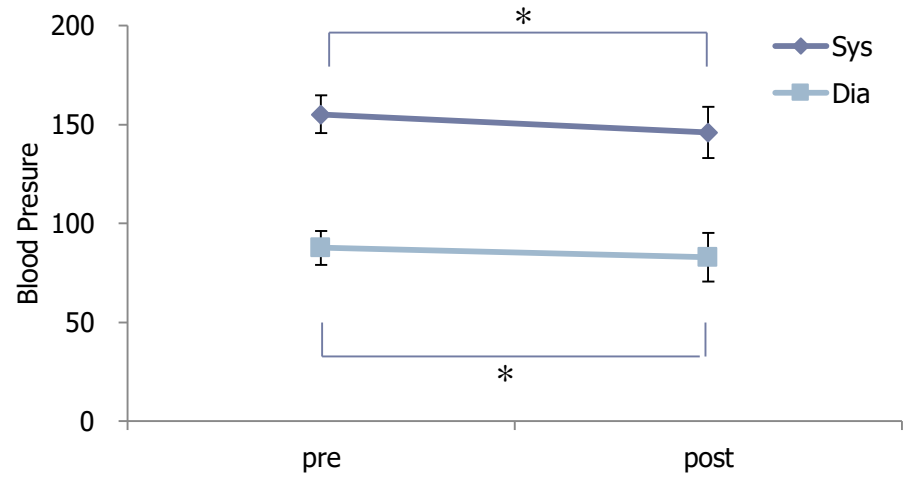
座位猫背

*; p<0.05



立位安静

*; p<0.05

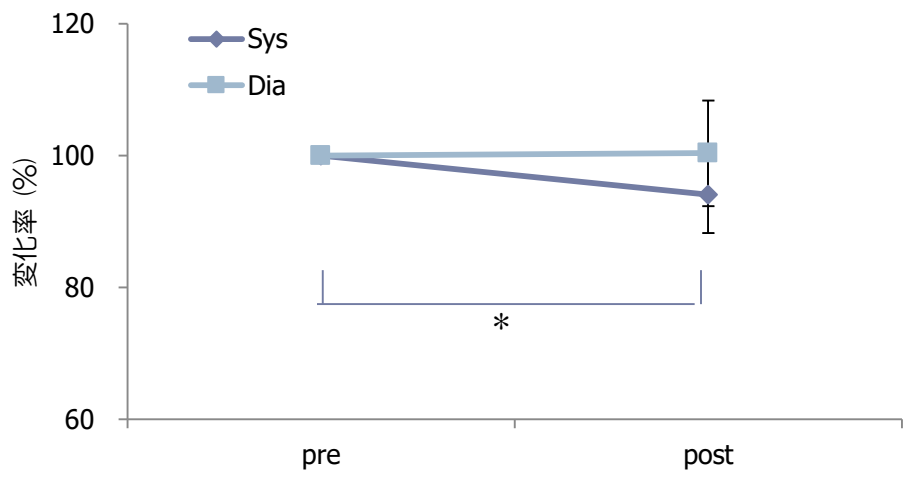


立位猫背

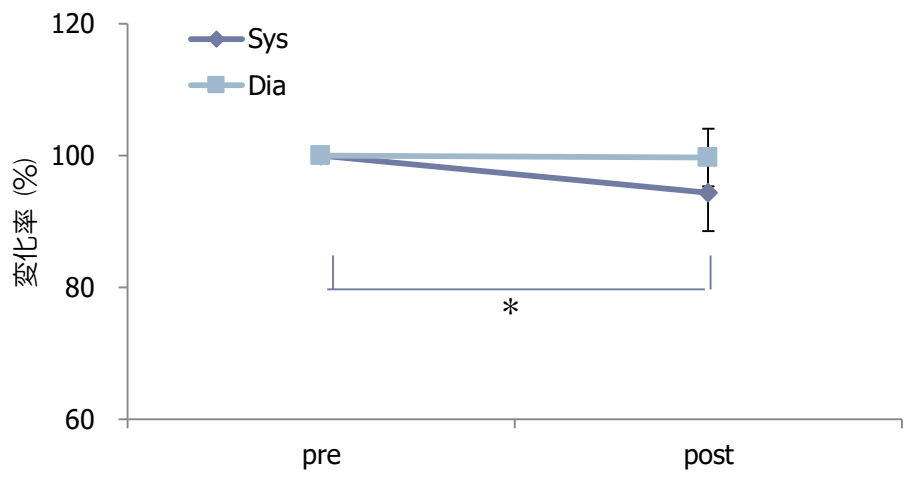
*; p<0.05

▶ ストレッチによって血圧が低下することが明らかとなった。

結果: ストレッチ前後の血圧の変化率

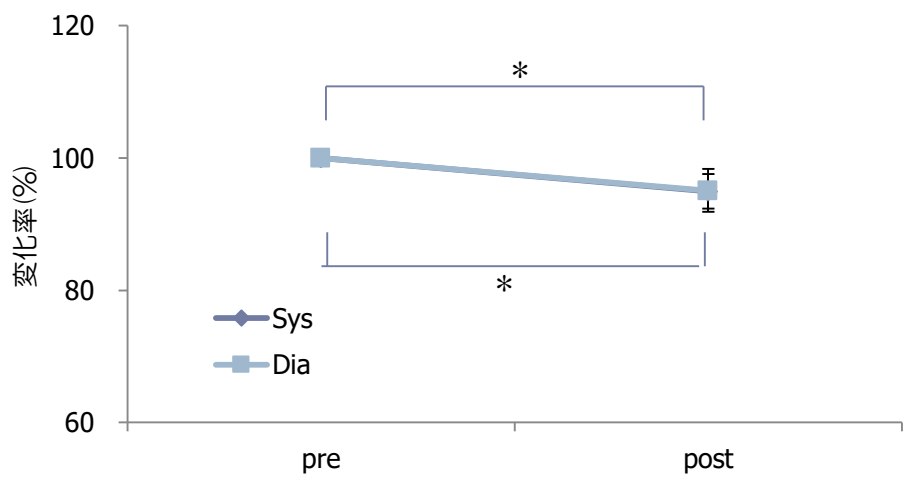


座位安静



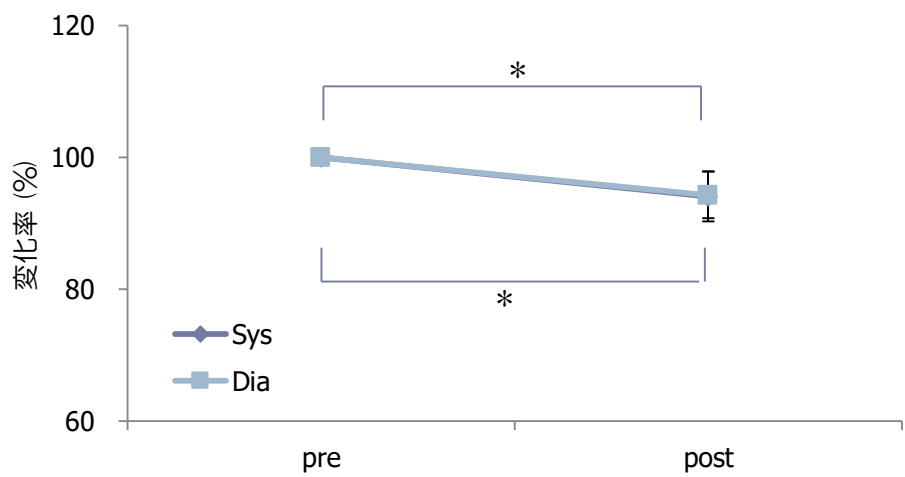
座位猫背

*; p<0.05



立位安静

*; p<0.05



立位猫背

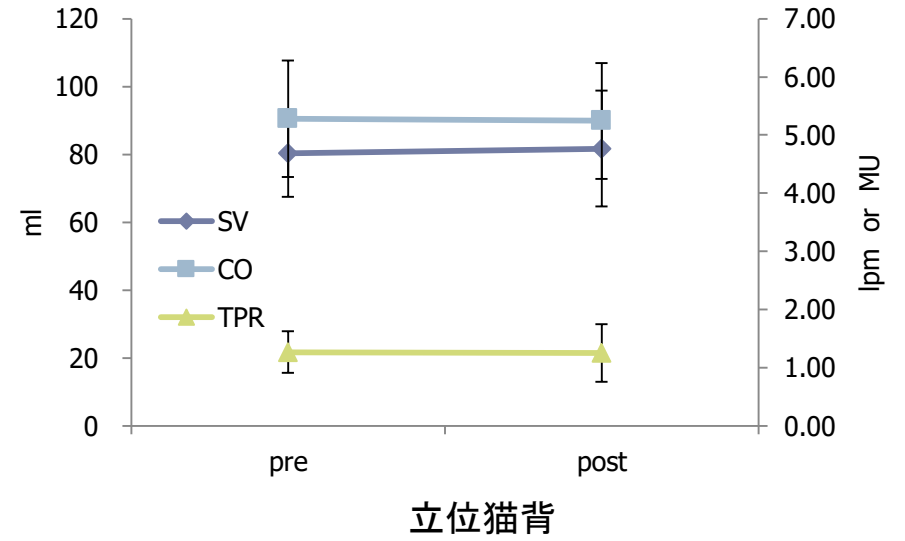
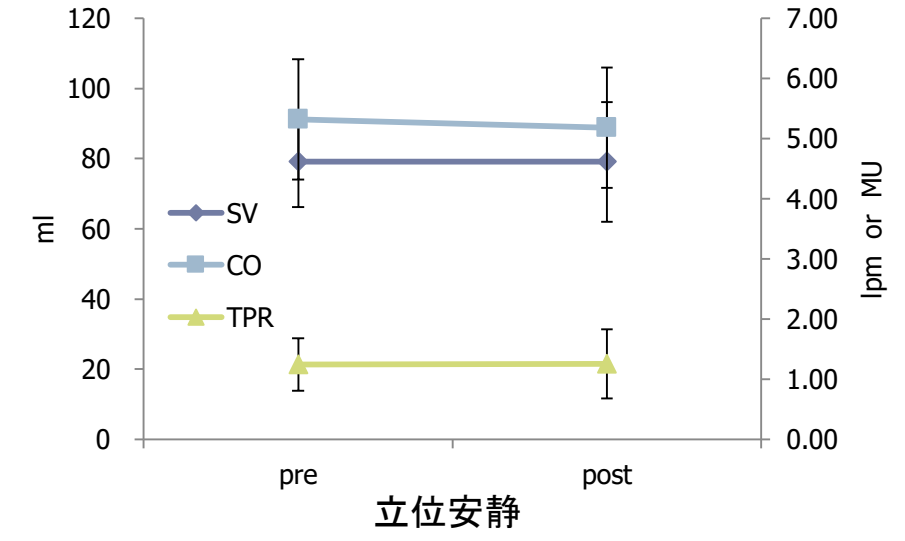
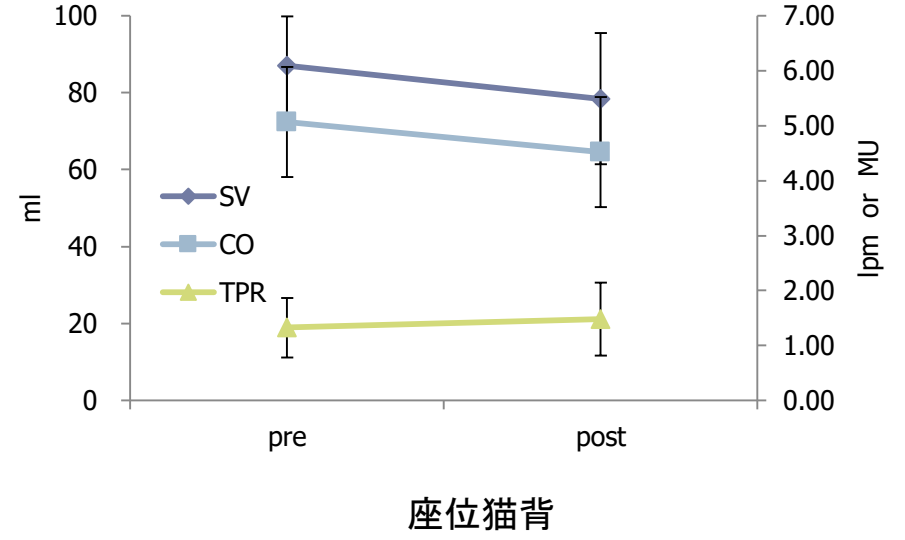
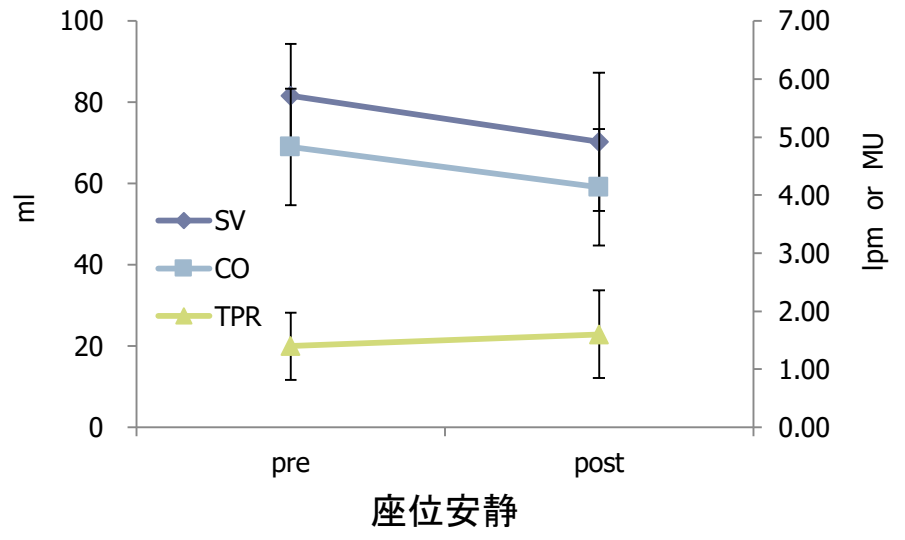
*; p<0.05

すべての姿勢で収縮期血圧(上の血圧)が低下することが明らかとなった。

ストレッチ前後の血圧の変化及び変化率

- ▶ 座位安静以外の姿勢で、ストレッチ前より後の方が低い値になった。この結果から、血液循環が良くなりその結果血圧の低下が起こったと考えられる。
- ▶ 変化率でも同様にストレッチ後の血圧が低くなった。特に立位では収縮期及び拡張期ともに同様の変化率を示した。ストレッチが一過性の血圧低下に有効であるというデータである。

結果: ストレッチ前後の心拍出量, 一回拍出量及び末梢血管抵抗の変化

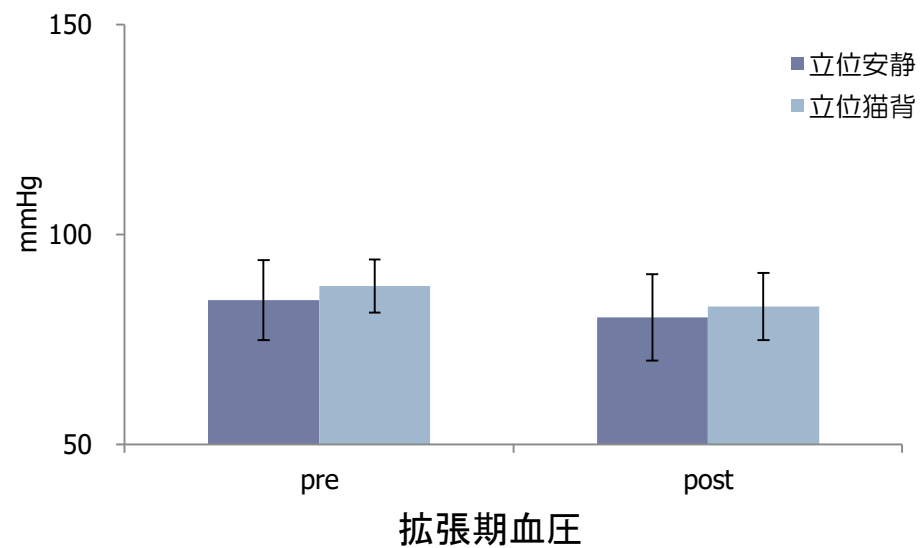
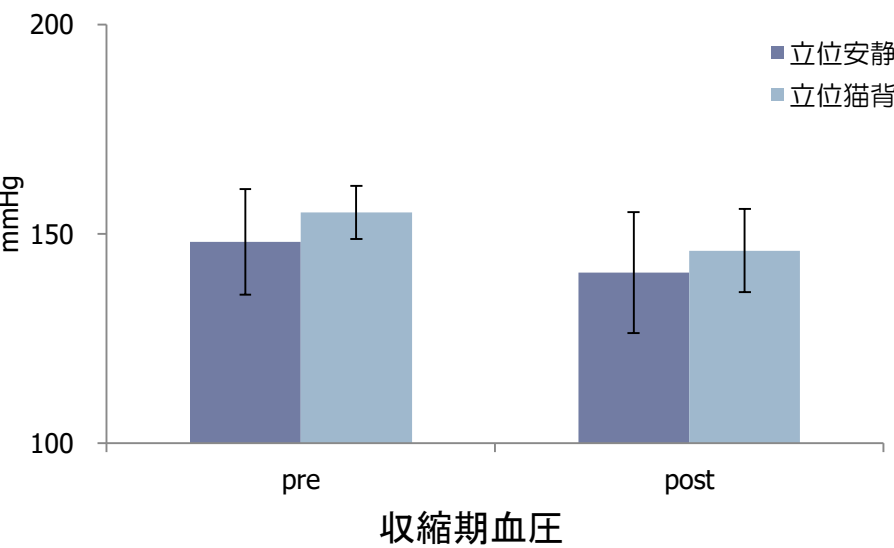
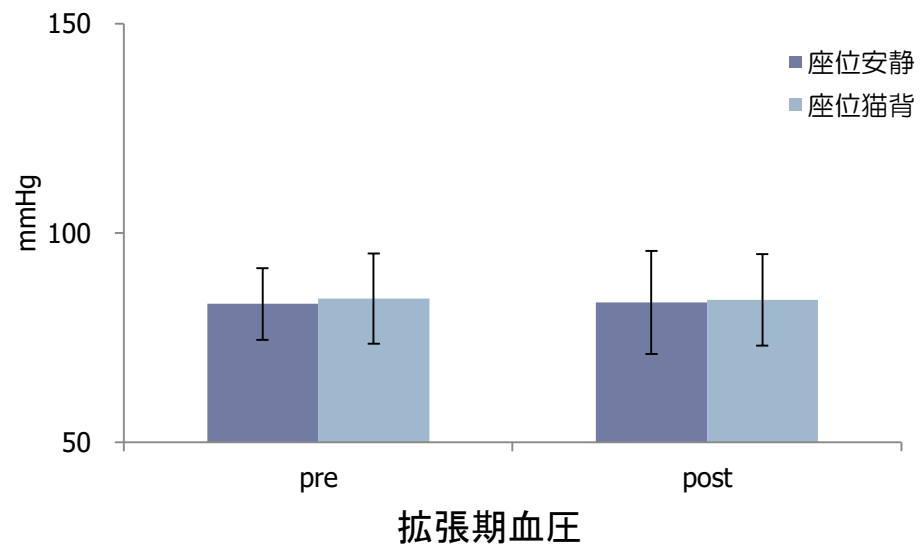
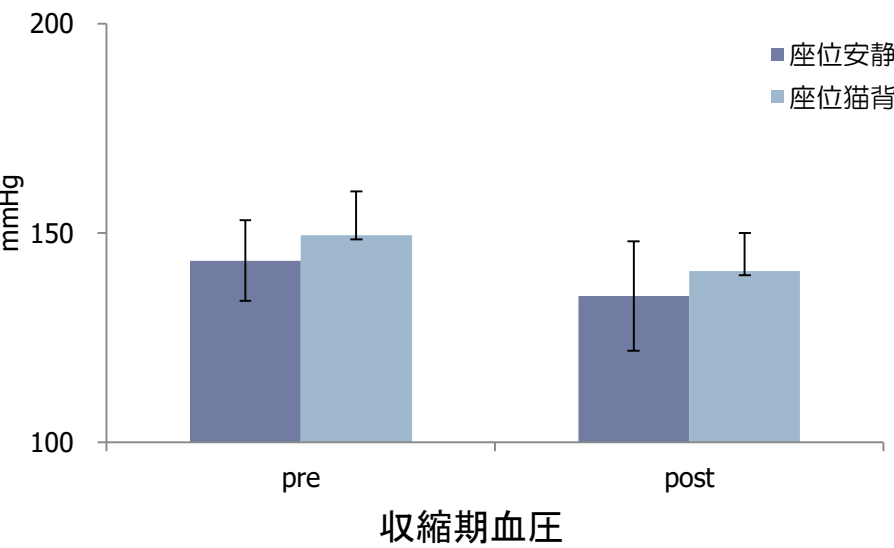


▶ 座位では心拍出量が低下し, 血管抵抗が上昇する傾向が見られた。

ストレッチ前後の心拍出量，一回拍出量及び末梢血管抵抗の変化

- ▶ 血圧は心拍出量と血管抵抗の積で表わされるが，血圧が低下したのに対し，心拍出量や一回拍出量は低下または変わらないというデータになった。
- ▶ 血管抵抗は座位の2つの姿勢では上昇しているが，血圧が下がったために，そのバランスを取る過程として結果的に上がったと考えられる。

結果: ストレッチ前後における血圧の姿勢の違いでの比較

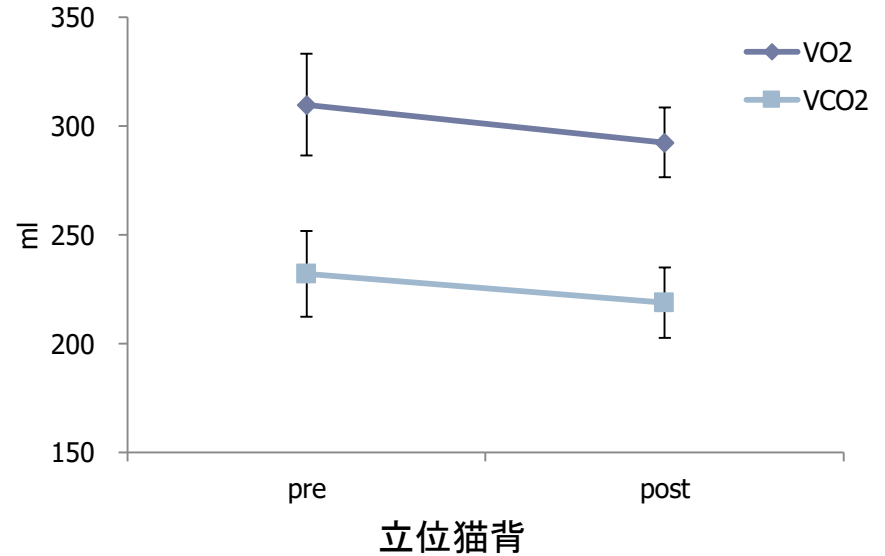
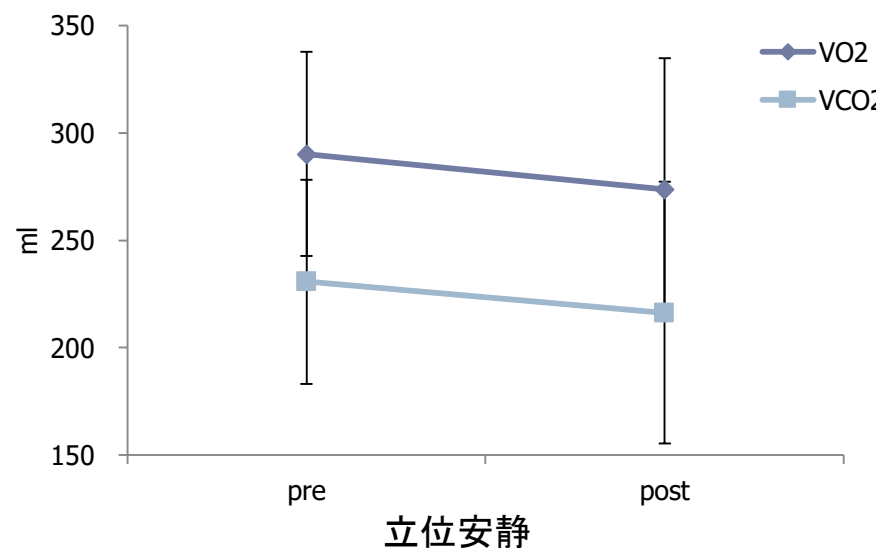
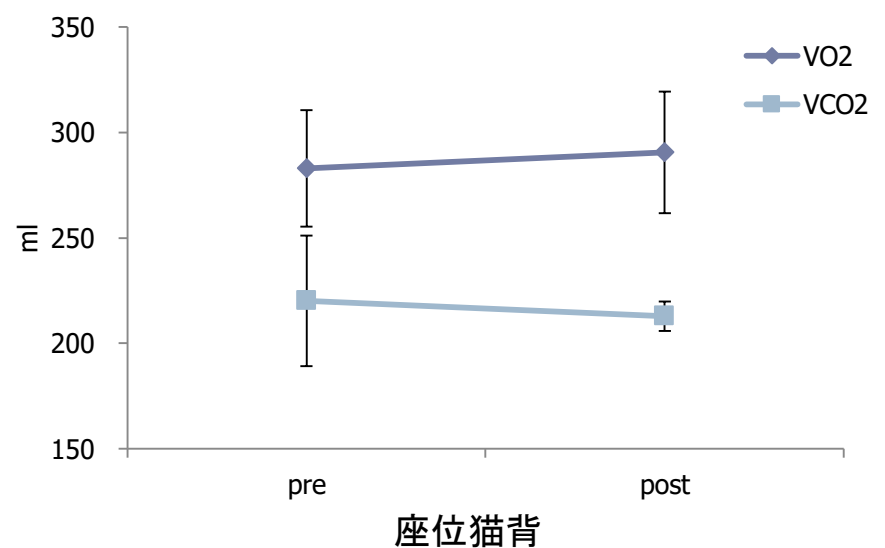
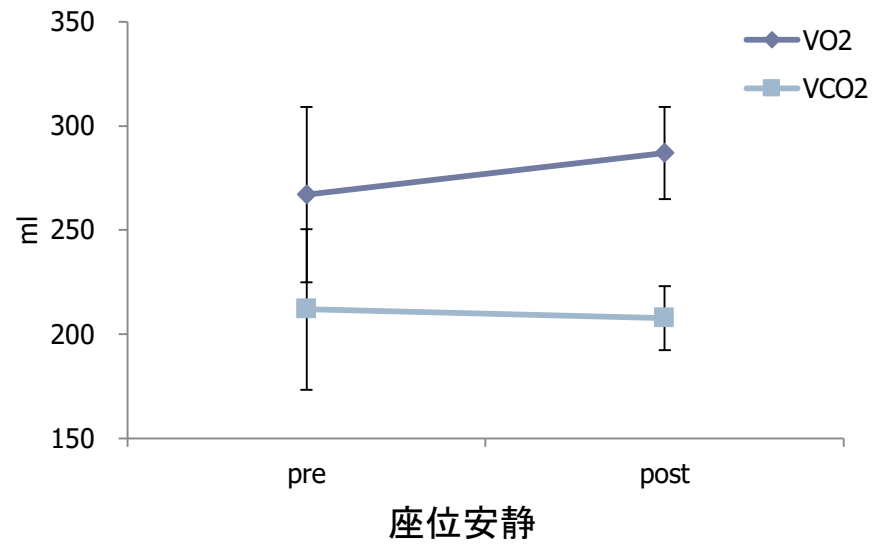


▶ **どの条件でも正常姿勢の方が血圧が低い傾向があった。**

ストレッチ前後における血圧の姿勢の違いでの比較

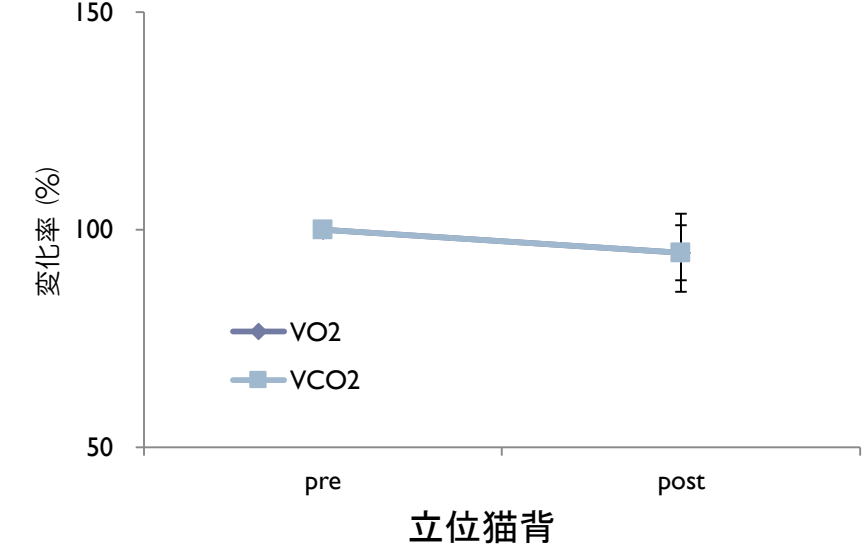
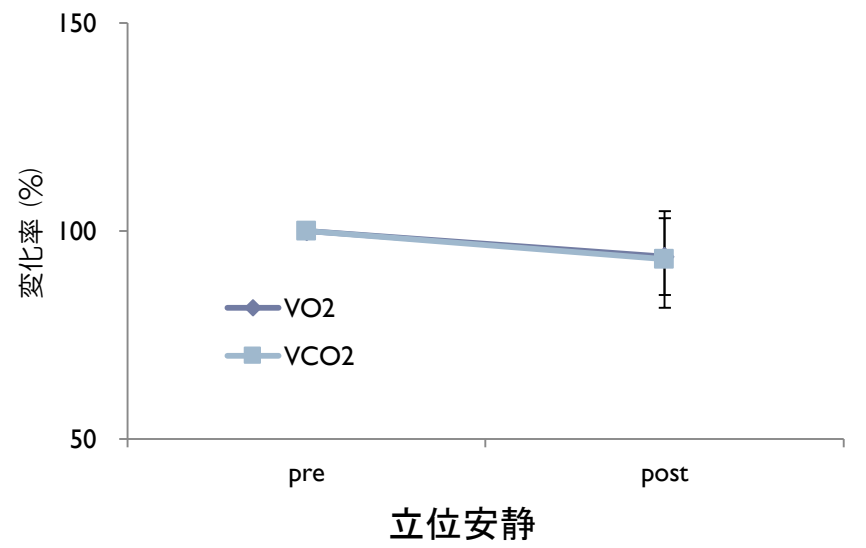
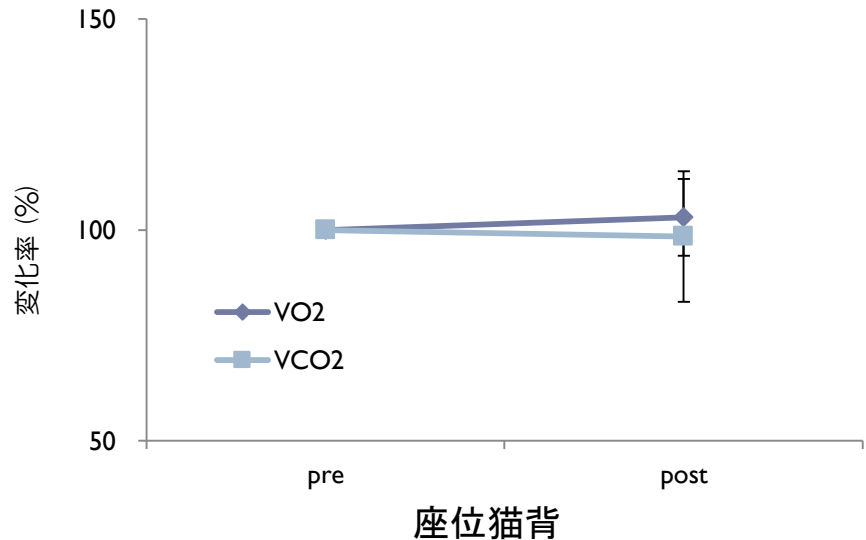
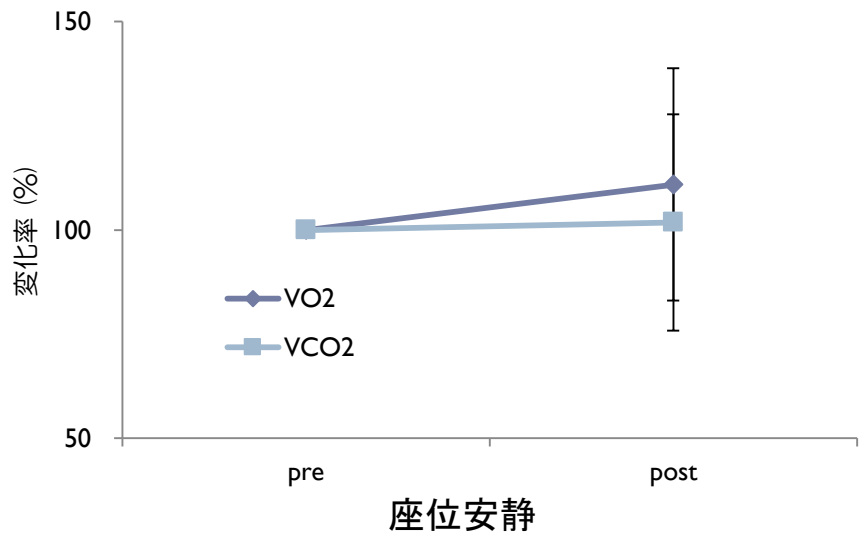
- ▶ ストレッチ前後とも、正常な姿勢の方が、猫背よりも血圧は低い傾向にあった。
- ▶ 姿勢の違いによる血圧の変化では、正常姿勢と猫背で統計的な差はなかったが、全体的に猫背の方が血圧の値が高かった。つまり、姿勢が悪いと循環が悪くなり、その結果血圧が上昇すると考えられる。また、血圧に関しては、姿勢の違いによる血圧改善の違いは見られなかった(どちらも同様な改善値であった)。

結果: ストレッチ前後の酸素摂取量と二酸化炭素排泄量の変化



▶ VO2とVCO2は座位では上昇, 立位では低下する傾向が見られた。

結果: ストレッチ前後の酸素摂取量と二酸化炭素排泄量の変化率

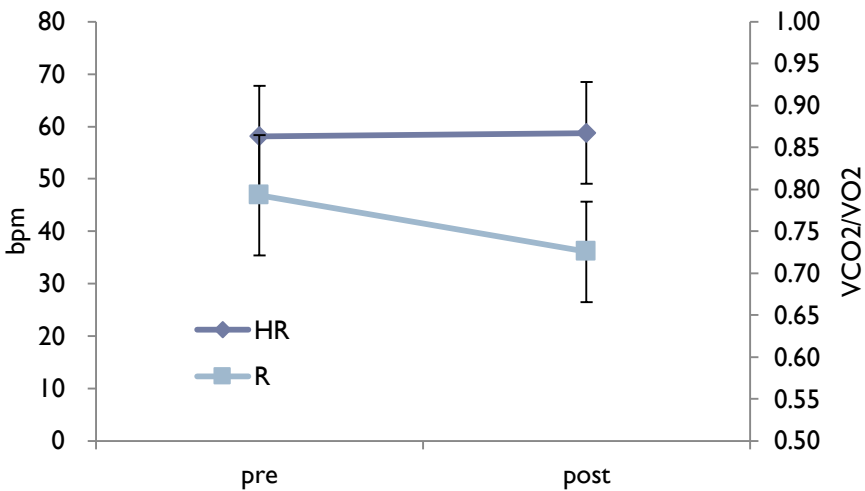


▶ 座位ではVO2が上昇する傾向が見られた。

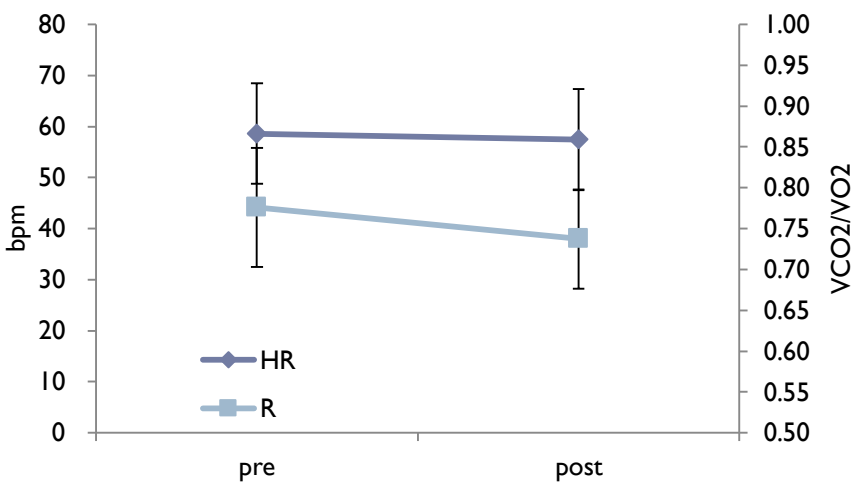
ストレッチ前後の酸素摂取量と二酸化炭素排泄量の変化及び変化率

- ▶ 酸素摂取量と二酸化炭素排泄量では、座位では若干の上昇、立位では低下する傾向が見られた。立位の場合、ストレッチの効果として、より筋へ負担をかけず（姿勢保持筋の活動が少ない）姿勢を維持することができるようになったと考えられ、その結果としてエネルギー消費の指標である酸素摂取量と二酸化炭素排泄量が低下したと考えられた。つまり、効率のよい姿勢保持ができるようになったと考えられる。

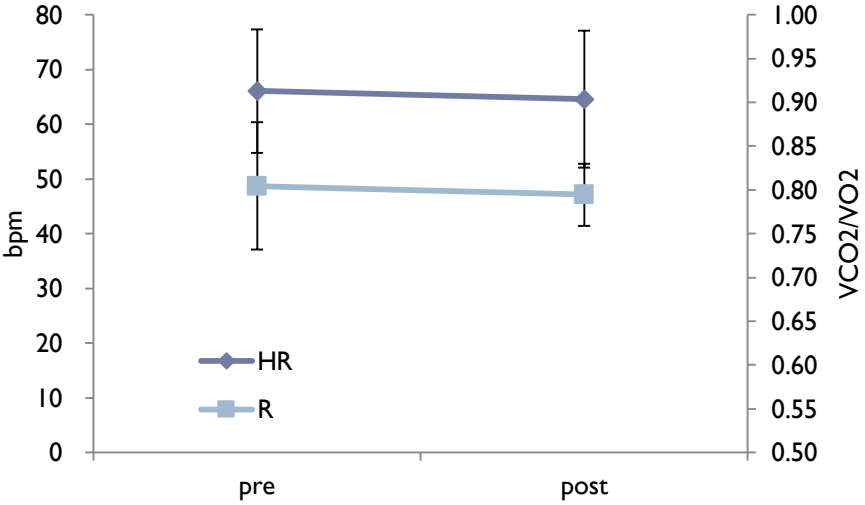
結果: ストレッチ前後の心拍数と呼吸商の変化



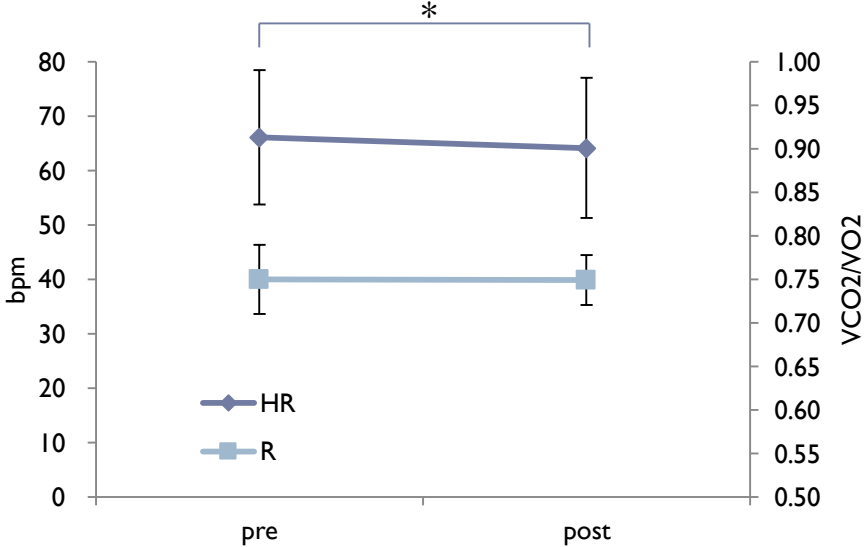
座位安静



座位猫背



立位安静

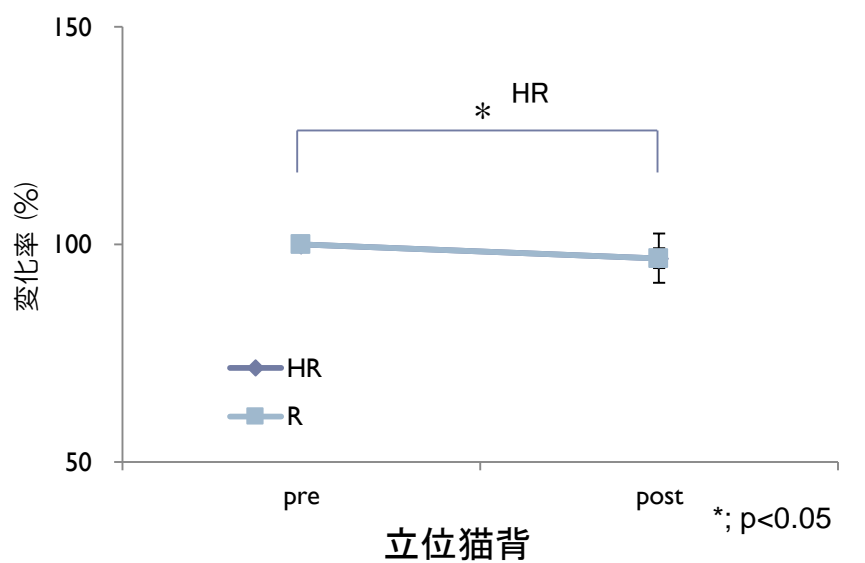
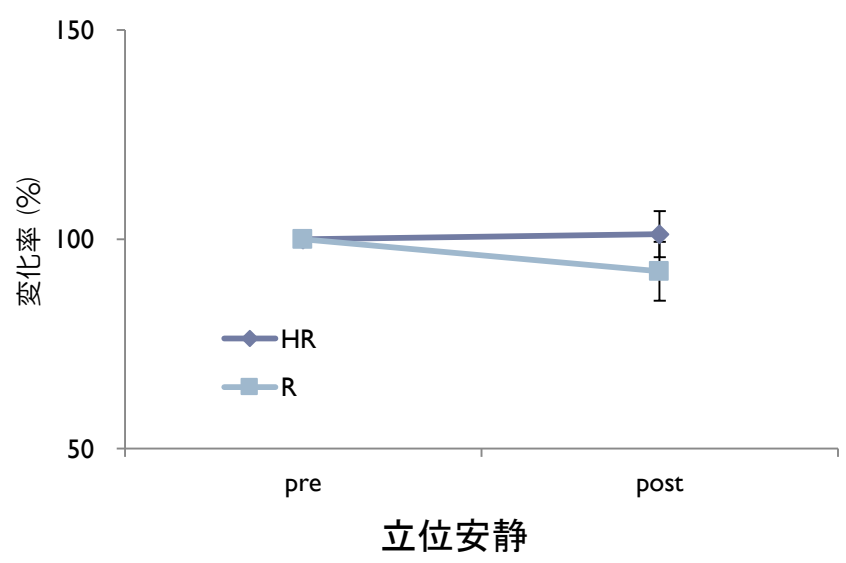
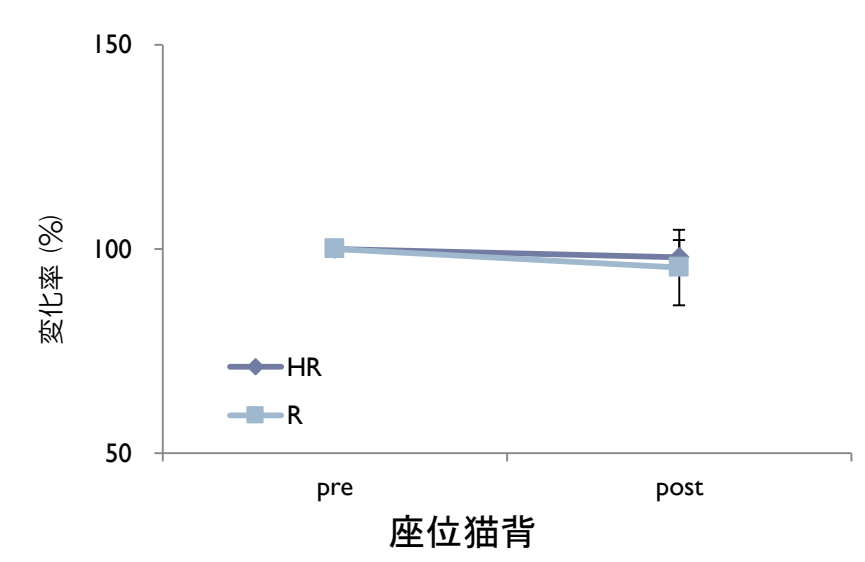
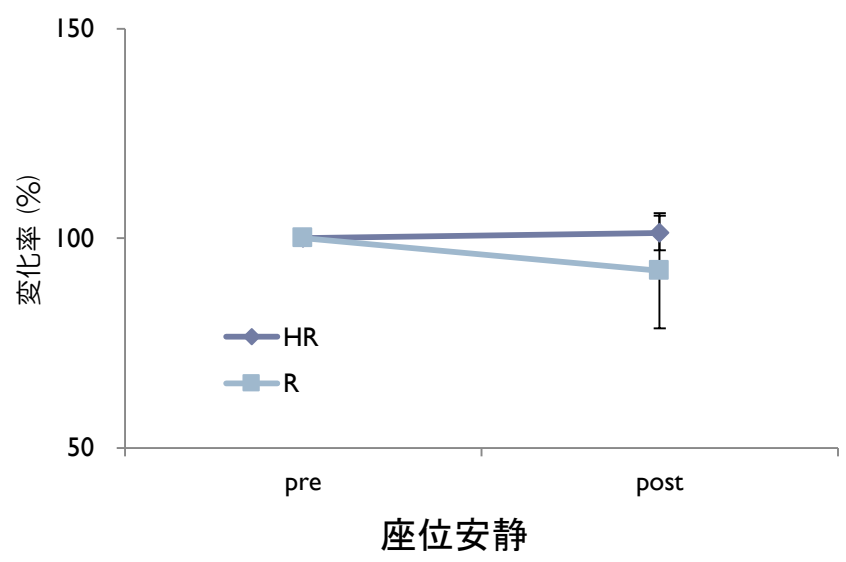


立位猫背

*, p<0.05

呼吸商は全体的に低下する傾向を示した。

結果: ストレッチ前後の心拍数と呼吸商の変化率

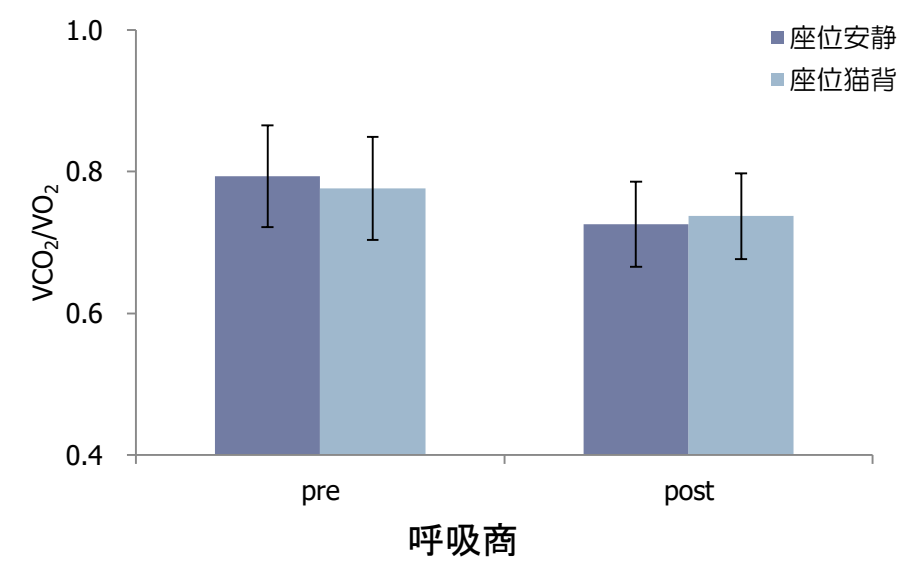
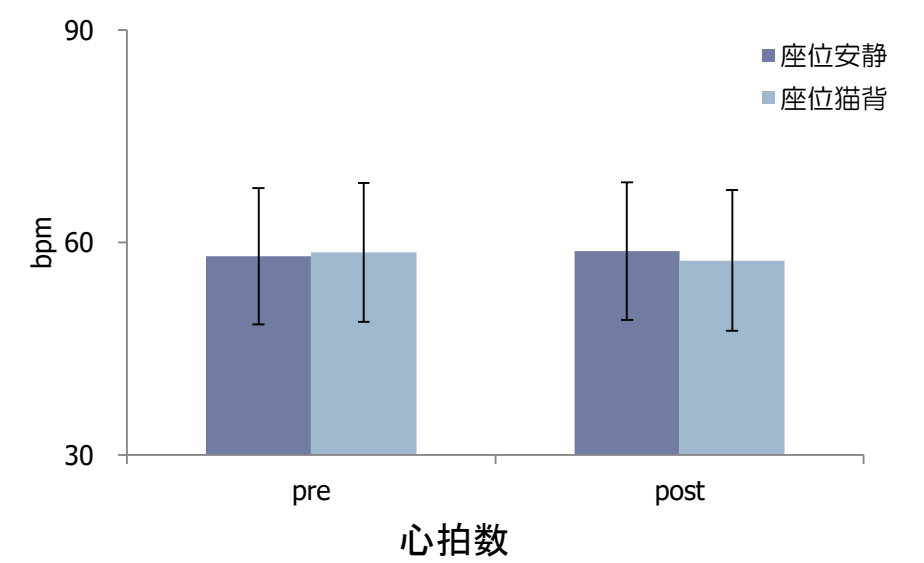
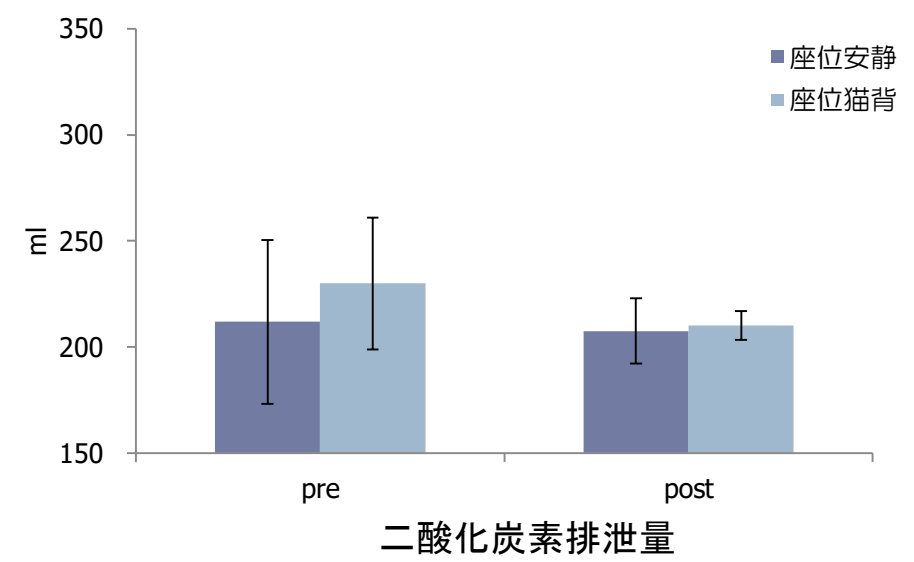
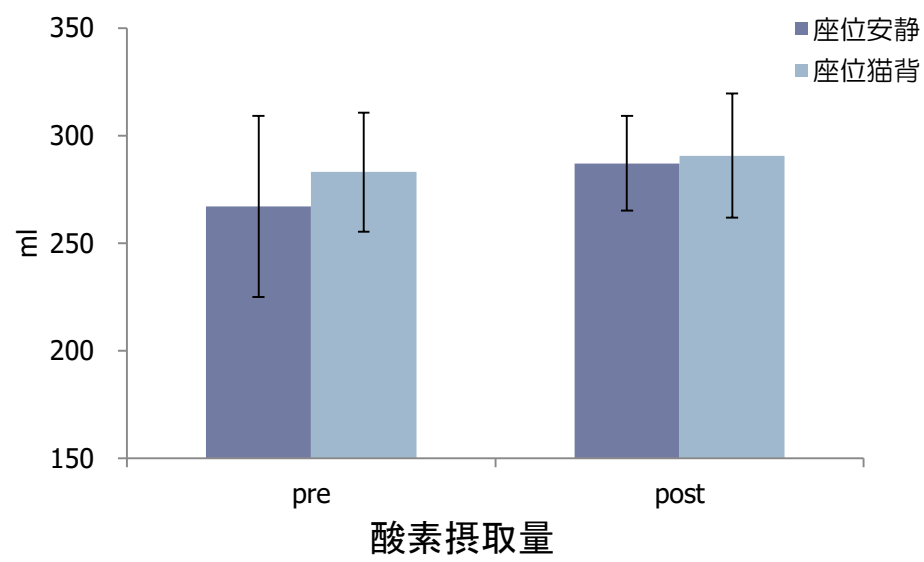


▶ 立位猫背で統計的に有意な心拍の減少があった。

ストレッチ前後の心拍数と呼吸商の変化及び変化率

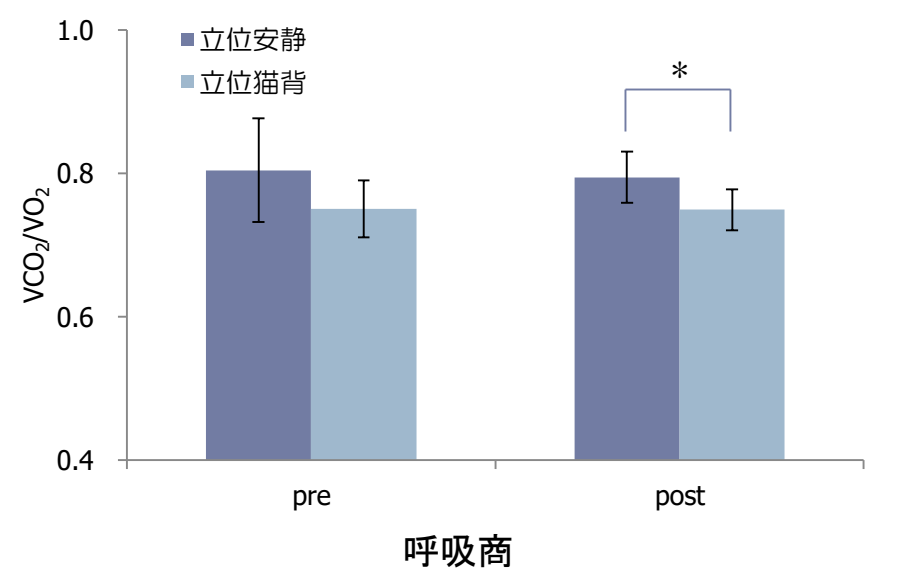
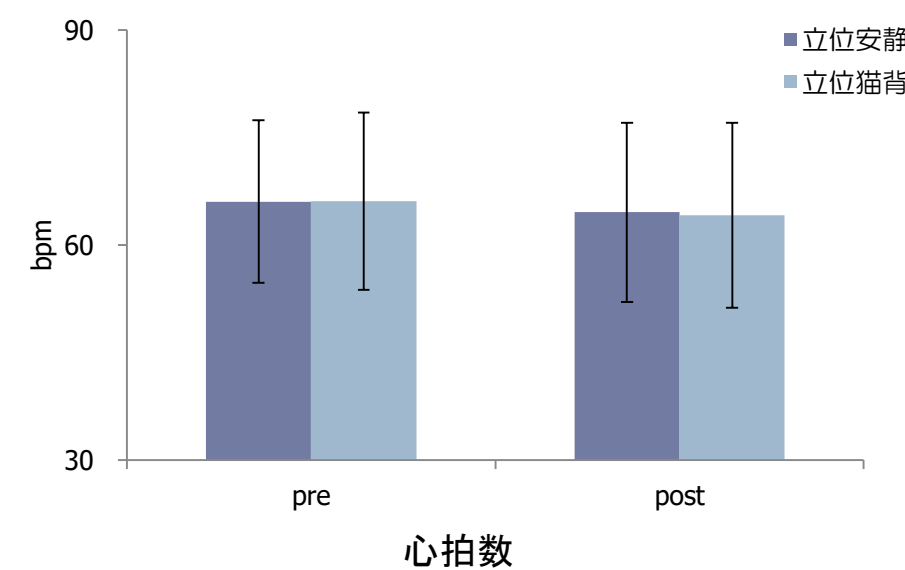
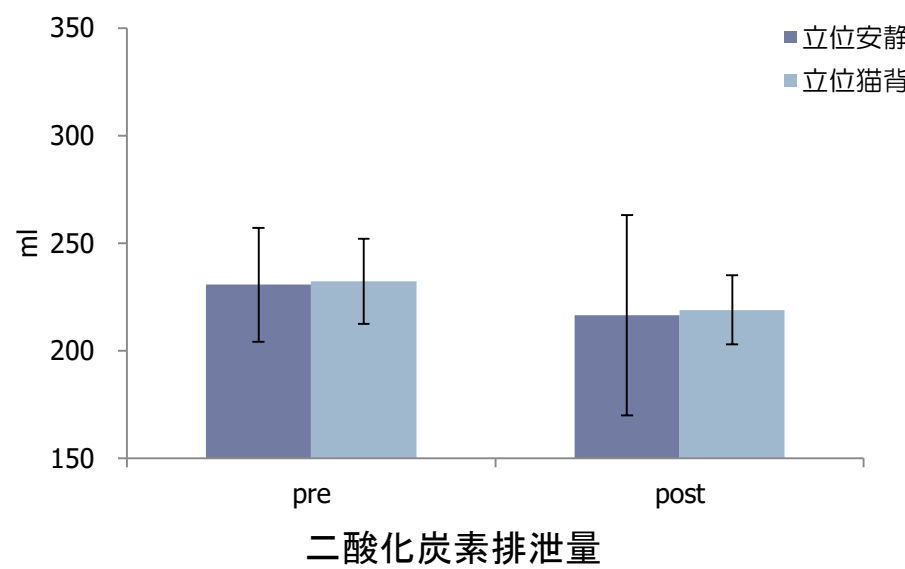
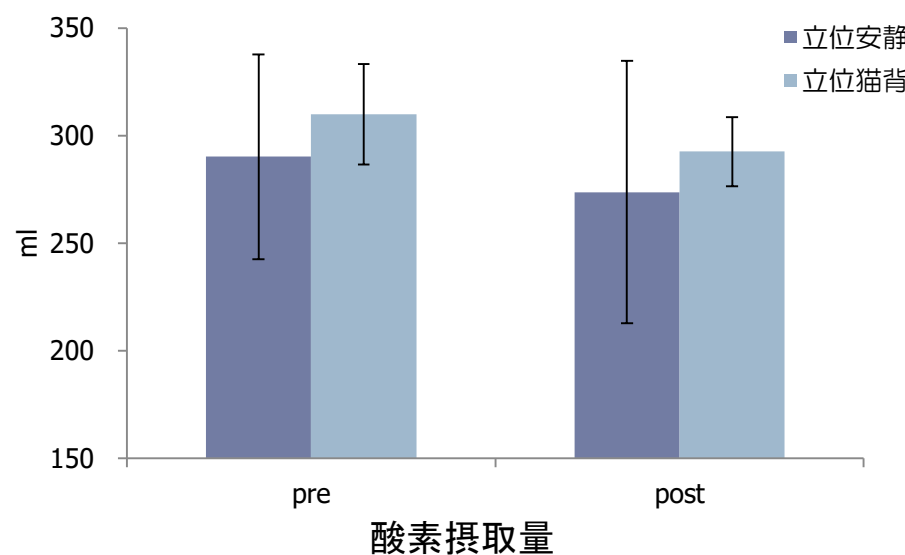
- ▶ 心拍数と呼吸商では、立位猫背での心拍数が下がっていた(ストレッチによる改善効果が大い).
- ▶ 変化率では、呼吸商が全体的に下がる傾向であった。心拍の減少は、ストレッチの効果として、循環系の改善が立位猫背で最も出やすく、循環が良くなった結果、心拍が下がったと考えられた。
- ▶ 呼吸商の低下は、姿勢保持が安定したため、細かな筋の収縮が少なり、筋収縮に多くつかわれる糖質でのエネルギー消費が少なくなった結果、脂質でのエネルギー消費割合が高くなったと考えられた。

結果: ストレッチ前後における呼吸パラメータ及び心拍の姿勢の違いでの比較(座位)



▶ 座位では各パラメータで正常姿勢の方が低い傾向があった。

結果: ストレッチ前後における呼吸パラメータ及び心拍の姿勢の違いでの比較(立位)



▶ 立位では、ストレッチ後の呼吸商で姿勢による違いがあった。

ストレッチ前後における呼吸パラメータ及び心拍の姿勢の違いでの比較

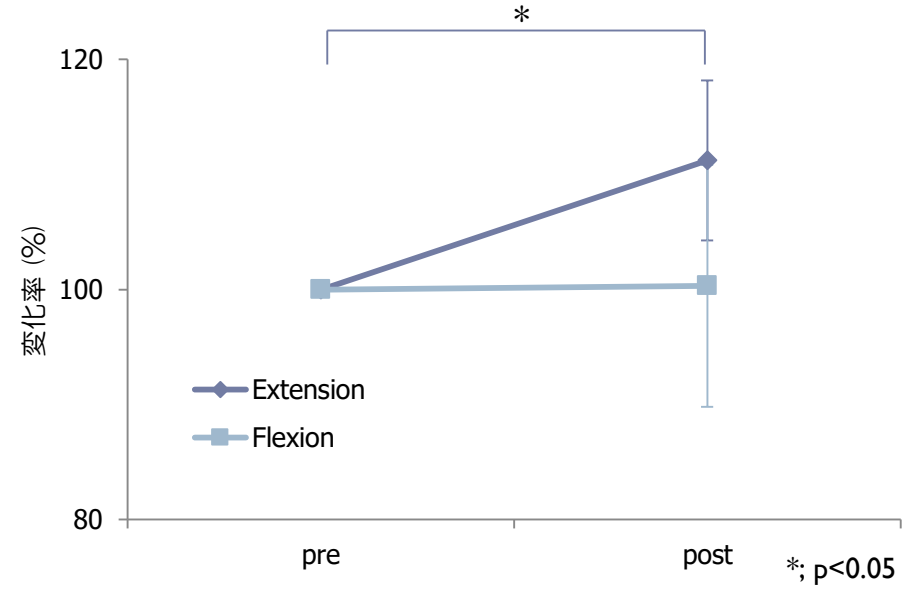
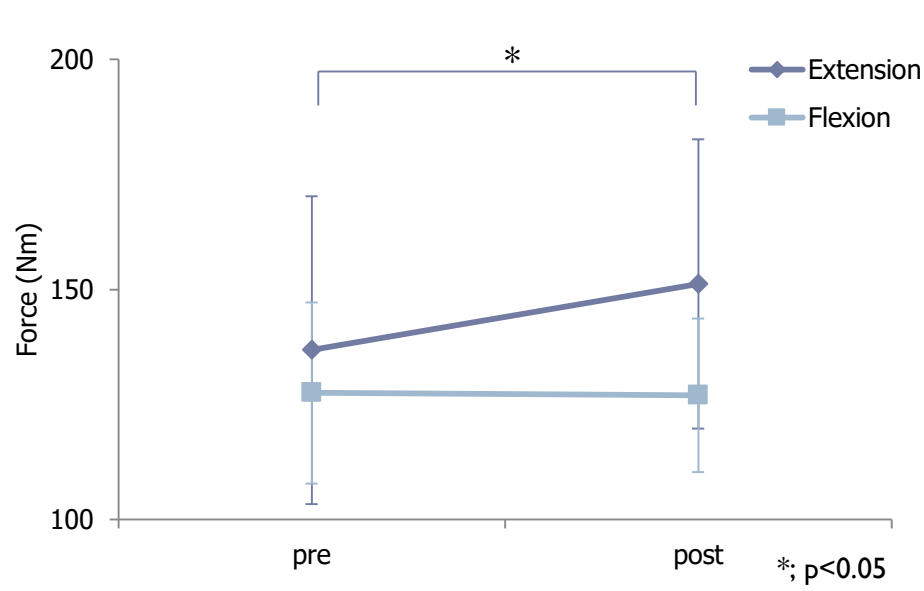
<座位>

- ▶ 座位での2姿勢の比較では、酸素摂取量と二酸化炭素排泄量が、猫背で高い傾向を示した。つまり、姿勢が悪いと余分なエネルギー消費(必要のない筋の収縮など。またさらにそこからコリなどが起こるのでは?)があると考えられる。

<立位>

- ▶ 立位では、猫背の呼吸商が正常と比較して低い値であった。呼吸商が低い事から、猫背ではもともと脂質でのエネルギー消費の割合が高いのではないかと考えられた。

結果: ストレッチ前後の膝関節伸展筋力の変化及び変化率



筋出力では、特に伸展筋力が上昇する。
ストレッチにより、効率のよい筋の収縮と、特に
伸展系の筋肉への増強効果が期待できる。



まとめ（ストレッチの効果として）

- ▶ ストレッチ中の平均的エネルギー消費は安静時の1.5～1.8倍
- ▶ ストレッチにより，血圧が低下する
- ▶ 正常姿勢は猫背よりも血圧が低い傾向にあった
- ▶ ストレッチ後には，糖質よりも脂質の代謝が増える可能性がある
- ▶ ストレッチにより伸展筋力が上昇する