

氏名（本籍）	渡 邊 恒 夫（岐阜県）
学位の種類	博 士（医学）
学位授与番号	乙第 1469 号
学位授与日付	平成 25 年 9 月 11 日
学位授与要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	Effects of cryotherapy on joint position sense and intraarticular blood flow volume in healthy knee joints
審査委員	（主査）教授 竹 村 博 文 （副査）教授 恵 良 聖 一 教授 小 倉 真 治

論文内容の要旨

寒冷療法（クライオセラピー）は運動時の負傷の防止や痛みの軽減，局所炎症の緩和，疲労蓄積の軽減，止血などを目的とし，スポーツ現場のみならずリハビリテーションを含めた臨床の場でも広く行われている。身体には様々な感覚受容器が存在し，これらは身体動作や運動に大きく関与している。感覚受容器のうち，固有受容器は身体の空間位置情報や運動感覚に関連した受容器であり，筋肉，腱，皮膚，関節包，靭帯などの関節，及びその周辺に多く分布している。ヒトはこれらの情報を基に関節位置の把握やフィードバック機構を介しての運動制御を行っているため，固有受容器の感覚低下は関節位置の誤認識に繋がり，パフォーマンス低下や障害発生の原因となる可能性が危惧されている。

これまで多くの研究者達が関節に対するクライオセラピーが関節位置覚に及ぼす影響について調査しているが，未だ一定の見解が得られていないのが現状である。また冷却時間の長さが関節位置角や関節内血流量に及ぼす影響については未だ十分な研究が成されていない。

本研究の目的は，膝関節に対するクライオセラピーにおいて，冷却時間の長さが関節位置覚と関節内血流量に及ぼす影響について検討し，また関節内血流量と表面，深部温度との関連性を明らかにすることである。

【対象と方法】

膝関節に疾患既往がなく，神経筋疾患を有さない健常男性 10 名（年齢 21.2 ± 2.2 歳，身長 173.2 ± 4.2 cm，体重 65.9 ± 4.8 kg）を対象とした。本研究では同一被験者に対して，冷却時間の違いにより 3 回の実験を施行し，冷却を行わない安静群，2 分間冷却を行う 2 分群，15 分間冷却を行う 15 分群とした。なお，3 回の実験は 2 日以上の間隔を空けて施行した。

クライオセラピーについては，温度変化による影響を無くすため，冷却装置（Sigmax 社製 Icing System CF-300）を用いて温度を 5°C に維持し右膝を冷却した。関節内血流量は超音波診断装置（日立アロカメディカル社製 Prosound $\alpha 7$ ）， $4.0\text{--}10.0$ MHz のマイクロコンベックスプローブを用いて中膝動脈血流量を測定した。関節位置覚は Biodex 社製 Biodex System 4 を使用し，Skinner らの方法に準じて測定し再現角度誤差を評価に用いた。表面・深部温度については，テルモ社製コアテンプ CM-210 を使用し表面温度電極は大腿四頭筋腱上，深部温度電極は膝窩に装着した。何れの群も，5 分間の安静座位保持後にエルゴメータによる運動を 10 分間施行し，介入前後に関節位置覚，関節

内血流量，表面及び深部温度を測定した。運動後については，安静群は15分間安静後，冷却介入群は冷却直後と15分後にそれぞれ計測を行った。

【結果】

15分群において，関節内血流量は冷却直後で 3.4 ± 0.7 ml/min，冷却15分後では 1.6 ± 0.5 ml/minであり，運動直後の 7.0 ± 1.6 ml/minに比較し有意に低下した ($P < 0.05$)。再現性角度誤差においても，15分後では $4.74 \pm 0.38^\circ$ であり，安静時の $3.51 \pm 0.32^\circ$ に比べ有意に増加した ($P < 0.05$)。一方，2分群では関節位置覚，関節内血流量ともに冷却に伴う有意な変化は認められなかった。2分群の表面・深部温度について，冷却直後の温度は安静時や運動後に比較し有意に低下したが，15分後には有意な上昇を認めた。15分群では表面・深部温度ともに，冷却15分後においても有意な温度低下を持続した。また，関節内血流量と深部温度との間に有意な正相関を認めた ($r = 0.342$, $P < 0.001$)。

【考察】

Uchio ら (2003) は，膝関節に対する冷却が関節位置覚に及ぼす影響について，我々と同様の冷却装置を用いて検討し，関節位置覚が有意に低下することを報告している。著者らの結果においても，15分間の冷却により，膝関節の再現性角度誤差が増加することを認めており，15分間の冷却は関節位置覚を低下させパフォーマンスに影響を及ぼす可能性が示唆された。一方関節内血流量について，膝鏡視下手術後の冷却効果の研究では，滑膜内 Prostaglandin E2 濃度が関節内温度と有意相関することを認めており，局所冷却には抗炎症効果があることを示している (Stalman et al., 2011)。

本研究において，15分間の冷却により関節内血流量は有意に低下し，関節位置覚の指標である再現性角度誤差は有意に増加した。また関節内血流量については深部温度との有意な関連性を認め，温度低下に伴う減少を認めた。一方で2分間の冷却では関節内血流量，及び関節位置覚に及ぼす影響は認められなかった。すなわち長時間 (15分間) の冷却によって，深部組織の抗炎症効果が期待できるが，関節位置覚に影響を及ぼす可能性があるため，競技中やリハビリテーション中に行う際は転倒等十分に留意する必要がある。

【結論】

15分間冷却は関節内血流量を有意に低下させ，関節位置覚に影響を及ぼすことが示唆された。一方，2分間冷却は関節位置覚とともに関節内血流量にも影響を及ぼさないことが示唆された。

論文審査の結果の要旨

申請者 渡邊恒夫は膝関節に対する寒冷療法に関して，冷却時間の長さが関節位置覚及び関節内血流量に及ぼす影響と，関節内血流量と深部温度の関係を明らかにした。本研究の成果はスポーツ医学の発展に少なからず寄与するものと認める。

[主論文公表誌]

Tsuneo Watanabe, Nobuo Terabayashi, Bateer Shi, Sohee Shin, Kosho Kasuga, Tamotsu Yabumoto, Katsuji Shimizu, and Toshio Matsuoka : Effects of cryotherapy on joint position sense and intraarticular blood flow volume in healthy knee joints

The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 2, 243-250 (2013)