

## 第三章 研究課題

### 3-1. 本研究の課題

本文は、(1) 損傷組織に対するクライオセラピーが足関節不安定性、神経筋機能および機能性パフォーマンスに及ぼす影響、(2) 損傷組織に対するクライオセラピーが微小血管の血管透過性、血行動態および白血球動態に及ぼす影響、の2つの研究課題から構成されている。

#### **研究課題 1: 損傷組織に対するクライオセラピーが足関節不安定性、神経筋機能および機能性パフォーマンスに及ぼす影響**

クライオセラピーの神経筋機能および機能性パフォーマンスに及ぼす影響については、多くの研究報告があるが、これらのほとんどは健常者あるいは正常な組織を用いた研究である。文献研究でもふれたように、損傷組織に対するクライオセラピーは疼痛を抑制するなどの様々な効果が推察されているが、実際の損傷組織におけるクライオセラピーが足関節不安定性、神経筋機能および機能性パフォーマンスにどのような影響を及ぼすかに関する知見の集積は十分でない。

損傷組織に対するクライオセラピーの足関節不安定性への影響はアライメント異常などの解剖学的要因に対する直接効果を把握する上で重要である。また、損傷組織に対するクライオセラピーの神経筋機能への影響は損傷後の神経およびその周辺組織における冷却感覚への反応を検討する上で重要である。さらに、損傷組織に対するクライオセラピーの機能性パフォーマンスへの影響は動作中の運動能力および損傷後のリハビリテーションに適用する上で非常に重要である。

### **研究課題 1-1: 損傷組織に対するクライオセラピーが足関節不安定性に及ぼす影響**

足関節捻挫に対する処置法が、足関節不安定性に及ぼす影響をストレスX線撮影法を用いて評価した報告は多い。足関節へのブレースやテーピングによって制動効果が亢進することは示唆されているが、クライオセラピーが足関節不安定性に及ぼす影響を定量的に評価した報告は見あたらない。

そこで本研究では、足関節捻挫に対するクライオセラピーの足関節不安定性に及ぼす影響についてストレスX線画像を用いて比較検討することを課題にする。

### **研究課題 1-2: 損傷組織に対するクライオセラピーが筋反応時間及び機能性パフォーマンスに及ぼす影響**

先行研究において、クライオセラピーによって神経筋機能や筋収縮速度が低下し、その結果、機能性パフォーマンスの低下をもたらすことが示されている。しかし、損傷組織に対するクライオセラピーが神経筋機能および機能性パフォーマンスに及ぼす影響については明らかにされていない。

そこで本研究では、足関節捻挫に対するクライオセラピーの筋反応時間および機能性パフォーマンスに及ぼす影響を検討することを課題にする。

### **研究課題 2: 損傷組織に対するクライオセラピーが微小血管の血管透過性、血行動態および白血球動態に及ぼす影響**

微小循環とは、内径 100 $\mu$ m 程度以下の細動脈から毛細血管、細静脈やリンパ管に

おける循環をさす。これら微小循環は全身をくまなく走り、血圧の維持から物質の移動まで、およそ生体はその機能を維持する為に必要不可欠な現象をとり行っている。この微小循環を可視化し、クライオセラピーによる血管透過性（実験 2-1）、血行動態および白血球動態（実験 2-2）の変化を評価することは、生体内に生じる様々な病的現象、例えば浮腫の形成や炎症反応に対するクライオセラピーの効果などの解明に有用であると考えられる。

#### **研究課題 2-1: 損傷組織に対するクライオセラピーが血管透過性に及ぼす影響**

組織損傷による血管透過性の亢進は、組織浮腫と深く関連していることが示されているが、軟部組織の打撲後に生じる血管透過性亢進に対するクライオセラピーの影響について検討した報告はない。また、打撲後の血管透過性亢進に対するクライオセラピーの適用温度の影響を検討した報告もない。

そこで本研究では、軟部組織損傷後のクライオセラピーが筋肉内微小循環の血管透過性に及ぼす影響を検討することを課題にする。

#### **研究課題 2-2: 損傷組織に対するクライオセラピーが血行動態および白血球動態に及ぼす影響**

クライオセラピーによる血流の変化は、炎症反応と深く関連していることが示されている。白血球のローリングや接着は血液の流れと密接に関連している現象である。しかし、クライオセラピーの炎症軽減効果に着目し、軟部組織の打撲後に生じる血行動態および白血球動態を同時に検討した報告はない。

そこで本研究では、軟部組織損傷後のクライオセラピーが筋肉内微小循環の血行動態および白血球動態に及ぼす影響を検討することを課題にする。

### 3-2. 本研究の仮説

本論文の仮説は、スポーツ外傷に伴う機能的・病態生理学的反応はクライオセラピーによって改善される。つまり、クライオセラピーによって足関節不安定性（実験 1-1）、神経筋機能および機能性パフォーマンス（実験 1-2）、血管透過性（実験 2-1）、血行動態および白血球動態（実験 2-2）が改善すると考えられる。

### 3-3. 本研究の用語の定義

本論文の研究課題における主用語の定義は以下に示す通りである。

#### 1. クライオセラピー (Cryotherapy)

クライオセラピーとは、氷等の使用によって生物（人間や動物）から熱を奪い、その結果局所の温度を下げる治療的な手法であり、冷却手法を用いた治療・処置法を総括した広義な用語である。

#### 2. 機能性パフォーマンス (Functional performance)

本研究では、動作中の運動能力として閉眼片脚立ちやサイドステップを測定する。

#### 3. 血管透過性 (Vascular permeability)

血管の漏れやすさ・物質の通しやすさのことと定義する。漏出が高くなると炎症を引き起こす化学物質が血管の外に漏れて、炎症が起こりやすくなる。

### 3-4. 本研究の限界

#### 1. 対象による限界

研究課題 1 では、ヒトを対象とした急性足関節捻挫を用い、クライオセラピーの効果を明らかにするための応用実験として行い、その現象を確認することである。ヒトを対象とした研究は、生体組織内に生じる生化学反応を検討することは極めて困難である。このため、クライオセラピーの生体に与える影響や生理学的メカニズムを把握するためには、被験動物が必要とされる。そこで、研究課題 2 では被験動物（ラット）を対象とした打撲モデルを用い、軟部組織打撲に対するクライオセラピーが微小血管の血管透過性、血行動態および白血球動態に及ぼす影響について検討を加えた。

#### 2. 方法による限界

クライオセラピーが損傷組織に及ぼす効果は、適用時間、適用頻度、適用方法、治療時期、損傷の程度などによって変化する。すなわち、クライオセラピーの効果は様々な要素が複合的に関与していることから、一概に評価するには限界がある。このため、臨床やスポーツ現場で一般的に用いられている方法を用いて検討を進めている。