

Plyometric Exercise が成長期サッカー選手の膝関節位置覚 および方向転換能力に与える影響

スポーツ医科学研究領域

5019A048-9 陳 碩

研究指導教員：鳥居 俊 教授

【緒言】サッカーにおける損傷は主に下肢に多く見られ、ユース選手には練習中に多く発生される。サッカーにおいて着地動作と方向転換動作は膝関節に大きな負担をかけ、損傷率が高いと報告された。したがって、サッカー特有の損傷を防止するため神経筋制御、敏捷性、強さの要素を含む多面的なトレーニングプログラムが必要と考えられる。成長期を対象としてプライオメトリックエクササイズ (PE) を実施した研究は見受けられるものの、固有受容覚と運動制御能力への影響についての報告はされていない。そこで本修士論文は固有受容覚の位置覚に着目して、PE が成長期サッカー選手の膝位置覚ならびに方向転換能力にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした。PE を行うことによって膝位置覚が向上し、膝損傷の予防に貢献できると考えている。

【第 1 章】成長期サッカー選手における膝位置覚の横断的観察

目的：健常者における成長期膝位置覚の発達に着目して、学年別に検討を行うことで現状を明らかにすること、また成長期の膝関節位置覚の特徴を検討することを目的とした。

方法：ユースサッカー選手 80 名 (13.1 ± 1.3 歳) を対象に行った。学年によって小学校 5 年生 ($n=10$)、6 年生 ($n=9$)、中学 1 年生 ($n=20$)、2 年生 ($n=21$)、3 年生 ($n=20$) に群分けして比較検討に用いた。膝位置覚の測定には等速動力計 (BIODEX system 4) のプロプリオセプションパッシブ動作モード

を用いて利き足を測定した。測定角度は膝屈曲 90° から 45° 、 75° から 30° 、 30° から 75° の三つの試技として、各 3 回実施し平均値を算出した。被験者は目を隠した状態で事前に目標角度を覚え、その目標角度を他動的に再現してもらい、目標角度と再現角度との誤差 (角度再現誤差) を算出した。各試技の膝位置覚再現誤差の学年間の比較は一元分散分析を用いた。再現角度の誤差と年齢との関係は曲線回帰の推定と一元配置分散分析にて解析した。危険率は 5%未満とした。

結果：各学年において、膝屈曲 $90-45^\circ$ 、 $75-30^\circ$ 、 $30-75^\circ$ の三つの試技の膝位置覚再現誤差は $7.2^\circ \pm 4.2^\circ$ 、 $5.9^\circ \pm 4.5^\circ$ および $5.0^\circ \pm 3.4^\circ$ であった。3 つの試技の膝位置覚再現誤差において学年間に統計学的な有意差は認められなかった。各試技における膝位置覚再現誤差と身長との間には有意な相関関係が見られなかった。

考察：日本人男性の PHV 年齢は他の人種より早期であったと報告しており、体格の発育も早熟化していると考え、本研究の対象者で PHV 年齢に入ったのは小 6 であったが、その人数が中 1、中 2 および中 3 より少なくなため、明確な変化が見られなかったと考えられる。本研究において、健常な成長期の膝位置覚平均再現誤差は先行研究より高かった。その原因は測定方法が他動的な角度再現であったと考えられる。伸展方向二つの試技の間有意な違いが見られた。これは膝伸展運動中ハムストリングが伸ばされ、感覚フィード

バックがよくなり、膝位置覚が向上したと考えられる。

【第2章】プライオメトリックエクササイズが成長期サッカー選手の膝位置覚および方向転換に与える影響

目的: 成長期男子サッカー選手を対象にして、低強度のプライオメトリックエクササイズを実施後、膝位置覚と方向転換能力の変化を検討することを目的とした。

方法: 小学校6年生と中学1年生の男子サッカー選手17名(12.4±0.5歳)とした。膝位置覚の測定には利き足の立位姿勢からスタートし、能動的角度再現をしてもらった。目標角度は膝屈曲150°とし、3回実施した。毎回測定の三つの再現結果の平均値を算出して、目標角度との差の絶対値を再現誤差として解析に使用した。方向転換の測定には足底圧分布計測器 footscan を用い、利き足で足底圧分布計測器の中心を方向転換の中心として、約100°で切り返し動作を行ってもらった。足圧重心軌跡最大振幅率

(COP%)、接触時間最大床反力と立脚期4フェーズの相対時間を抽出した。測定回数はPE前、PE後、15分後、30分後、45分後計5回でした。対象者はPE後以降の15分ごとの測定の間には激しい運動と安静を避けるためにゆっくりと歩いてもらうよう指示した。運動プログラムにはウォームアップの4つの動作とPEの3つの動作を含まれた。PE前、直後、15分後、30分後および45分後の2要因(時間×学年)間の比較は二元配置分散分析を用いた。位置覚の介入による変化が認められた時点の位置覚とCOP%の変化量はピアソンの積率相関係数を用いて分析した。危険率は0.05未満とした。

結果: 15分後および30分後の再現誤差は直後より有意に減少した。対応のあるt検定の結果、45分後は直後より有意に減少、事前より減少の傾向がある。COP%は有意な差はなかった。位置覚再現誤差との相関も見られなかった。接地時間には45分後は事前、直後および15分後より有意に低い値を示した。

考察: 15分後から中1と小6とも膝位置覚再現誤差は減少する傾向が見られ、45分後に事前と直後より有意な低値を見られた。これはPEが成長期膝位置覚再現誤差への改善効果は15分後に利き始め、45分後まで続いていくことを示唆した。PEを行う一番のタイミングはウォームアップと本番練習の間といわれ、高強度のPEによる位置覚の悪化は5分後も回復できないことを報告した先行研究があることを考えると、PEを実施して本番練習まで最低15分の間隔が必要であろう。PEを実施して45分後接地時間が有意に減少した。これは方向転換動作を完成するスピードが上がり、プライオメトリック能力が向上したと考えられる。COP%はPEの介入によって変化はなかったことは先行研究と一致した。立脚期4つのフェーズの相対時間および最大床反力もPEの介入によって変化はなかった。先行研究では長期間のトレーニングによって神経の適応性が向上したことを報告した。本研究は一過性の介入効果であるため今後長期間のPTプログラムを実施する必要があると考えられる。

結論: 10~15歳の成長期の膝位置覚再現角度は $6.0^{\circ} \pm 4.1^{\circ}$ であることが明らかになった。プライオメトリックエクササイズが成長期男子サッカー選手の膝位置覚ならびに方向転換の接地時間を改善できることが明らかになった。