平成 24 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科　修士論文

棒高跳の踏切局面におけるポール操作に関する研究

所属系　スポーツ科学系

氏　名　河波　陽一

研究指導教員　青木　和浩

論文指導教員　青木　和浩

合格年月日　平成 25 年 2 月 25 日

論文審査員 主査　加藤 実

副査　柳谷 登志雄

副査　青木 和浩

目次

第１章　諸　言 3

第２章　関連文献の考証 5

第１節　陸上競技の棒高跳の本質的運動特性および競技特性 5

（１）棒高跳の本質的運動特性および競技特性について 5

（２）棒高跳の局面構造 5

（３）突っ込み動作と踏切動作 6

（４）エネルギー変換率からみた男子棒高跳選手の跳躍技術について 7

第２節　モルフォロギー的研究方法と考察法について 7

（１）モルフォロギー的研究方法について 7

（２）モルフォロギー的考察法について 8

第３節　運動質を把握するカテゴリーについて 9

第４節　身体移動スピードと腰の移動スピードについて 10

（１）踏切局面における身体重心と大転子の位置 10

（２）身体重心水平速度からみる踏切動作の特徴 10

第５節　ポール操作トレーニングについて 12

（１）日本陸上競技連盟推奨ポール操作トレーニング（マニュアルトレーニング） 12

（２）指導現場などでみられるポール操作トレーニング（オリジナルトレーニング） 13

第３章　研究目的 14

第４章　研究方法 15

第１節　被験者および実験プロトコル 15

（１）被験者 15

（２）実験プロトコル 15

（３）トレーニング内容 16

a）マニュアルトレーニング 16

b）オリジナルトレーニング 17

第２節　撮影方法 18

第３節　測定項目 18
（１）身体重心移動スピード 18
（２）踏切スピード減速率 - 算出方法 19
（３）統計処理 19
第４節　モルフォロギー的考察法 20
（１）資料および考察方法 20
a)資料について 20
b) 考察方法について 20
（２）トレース方法 20
第５章　結　果 21
第１節　モルフォロギー的観点からみたプレ、ポスト間のボール操作について 21
（１）マニュアルトレーニング 21
（２）オリジナルトレーニング 22
（３）コントロール群 23
（４）マニュアルトレーニング群・オリジナルトレーニング群の正面図 24
第２節　踏切スピードの減速について 25
第３節　非専門群の競技成績からみるプレ、ポスト間での変化 27
第６章　考　察 28
第１節　モルフォロギー的観点からみたボール操作について 28
（１）突っ込み動作 31
（２）踏切動作 33
（３）ボール曲げ動作 35
第２節　踏切スピードの減速について 37
第７章　結　論 38
第８章　要　約 39
謝　辞 41
引用文献 42
英文要約 45

第1章　諸　言

棒高跳は陸上競技の中でも特殊な種目の一つであり、器具（ポール）を用いて身体の到達高を競う種目である。ポールを保持しながら、助走・踏切動作・突っ込み動作を行うため、棒高跳選手は、身体能力だけでなくポールを操作するための技術も要求される。また、棒高跳の運動特性から、走る、跳ぶ要素に加え、ボックス（ポールの先端を突っ込む箱）にポールを突っ込むといった特異的な動作技術も求められる。棒高跳の運動局面は助走局面・踏切局面・空中局面・着地局面の４つの局面に大きく分けられる[6]さらに、木島らは[13]、この局面を 13 動作に分けている。棒高跳の動作の中でも突っ込み動作からポール曲げ動作までの、踏切局面は、水平速度を上方方向に変換するための重要な局面であり、非常に難易度の高い局面であると言われている[6][11][22][25]。また、高松らは、棒高跳は、助走から得られた重心の水平方向の速度を上方方向の力に繋げることが棒高跳の跳躍高に比例しているとし、重心の水平速度をうまく上方方向に伝える事が重要であるとしている[2][23]。先行研究においても、世界一流の棒高跳選手の技術[21]やポール操作と助走の関係[11]について検討した結果、助走スピードが記録要因に大きく関わるとされ、踏切足接地から離地までの踏切速度の減速を抑えるための踏切局面におけるポール操作技術が求められるとしており、ポール操作技術の優劣が競技パフォーマンスに影響を及ぼしていると考えられる。しかし、踏切局面における踏切速度の減速を抑えるためのポール操作技術に着目した先行研究や、踏切局面におけるポール操作の"動作"を対象とした先行研究もあまりみられない。このことから、本研究での踏切局面におけるポール操作に着目した研究は、コーチング現場へ有益であると考えられる。

現在、棒高跳初級者は、棒高跳指導者により、踏切局面でのポール操作の技術指導を受け、ポール操作技術を習得するが、指導現場での踏切局面におけるポール操作方法は、多岐に渡っており、統一したポール操作技術はないのが現状である。棒高跳は、複雑な運動形態のため、指導者不在では技術習得が難しく、棒高跳を始める際には、的確な指導を受ける必要性があると考えられる。ポール操作の指導方法は、日本陸上競技連盟が推奨する陸上競技指導教本のポール操作技術をはじめ[18][30]、近年、指導現場や指導雑誌などでみられる指導方法[5][27]と様々である。

そこで、本研究では棒高跳の指導を専門的に受けていない者を対象に、日本陸上競技連盟が推奨する陸上競技指導教本に記載された棒高跳指導法と近年の指導現場や陸上競技雑

誌などでみられる棒高跳指導法の異なるトレーニングを行い、トレーニングの有効性を検証したい。

第２章　関連文献の考証

第１節　陸上競技の棒高跳の本質的運動特性および競技特性

（１）棒高跳の本質的運動特性および競技特性について

棒高跳競技者には、様々な能力が総合的に要求され、体操競技等の専門的な技術の習得が不可欠であるが、これらの習得ばかりではなく、3時間以上かかることもある競技会で良いコンディションを保つことも要求される[30]。これらの能力を獲得するための基礎として、探求心に溢れ、失敗を決して恐れない精神力を持ちつづけることが重要である。

また、安田[32]は、棒高跳の特性は陸上競技のなかで唯一、ポール（棒）を使い、ポールの反発に体を預け上昇させる競技であるとし、棒高跳においてはポールの発展によって記録が大きく変動している。ポールの素材は木材のポールから始まり、竹のポール、金属（スチールやジュラルミン）のポール、そして1960年から現在まで使用されているグラスファイバーのポールが用いられるようになった。ポールの反発を受けて跳ぶ競技特性から、金属のポールよりもグラスファイバーポールは軽くて大きく曲げることができ、ポールを高い位置で握れるようになり記録は飛躍的に上昇した。棒高跳では、競技者の動きとポールの動きは切り離して考えるべきではなく、両者の動きが統合することにより、より高いグリップ（握り）の高さを獲得することができる。

（２）棒高跳の局面構造

棒高跳の局面には、大きく分けて助走局面・踏切局面・空中局面・着地局面の4局面がある[6]とされている。さらに、木島ら[13]は局面を更に細分化し、棒高跳の運動構造は、以下の13の運動動作によって成り立っているとしている。

①ポール保持動作：助走スタート時の構え

②助走動作：ポール持った走運動

③突っ込み動作：助走の最後の部分

④踏切動作：助走から踏切動作への切り替えの最終的なスピードを決定するのに重要な動作

⑤ポールを曲げ動作：踏切後、そのまま勢いよく前方へのドライブをし続けること

⑥スウィング動作：踏切脚を大きく前上方へ振り上げる動作

⑦ロックバック動作：頭の位置が下がり、腰と脚が上がって身体がＬ字型となる動作

⑧伸展動作：身体を逆さに伸展させることで、ポールのバネを肩で受け止め、身体を上

昇させる動作

⑨引き上げ動作：逆さになった身体をポールに対して下向きに力を加えることで引き上げる動作

⑩ターン動作：膝を伸ばした状態で身体を足から捻らせ（回転させ）、倒立の形になる動作

⑪突き放し動作：ポールの反発が終わり、身体を空中へ高く浮かすために右手を完全に伸ばし、ポールの突き放し・押しを行う動作

⑫クリアランス：バーを越すこと

⑬着地：ラバーマットへの着地

以上 13 動作である。本研究では、③突っ込み動作から④踏切動作のポール操作を取り上げ、助走から得られたスピードを効率良くポールに伝えるための動作を検討する。

（3）突っ込み動作と踏切動作

本研究では、踏切局面（踏切動作・突っ込み動作・ポール曲げ動作）におけるポール操作に着目した。

突っ込み動作は、助走と踏切で大きくなったエネルギーがポールのしなりに蓄えられるような方法で、突っ込み動作に入ることが望ましい。そしてポールに復元のスピードを与えることが重要である[18]。

踏切動作は、助走から突っ込みに入るときの最終的なスピードを決定づける重要な要素であり、体重をポールへのスムーズな転換とスウィングの開始での運動へ向かって行われる。このことは、選手が突っ込み、踏切をいかにうまく結びつけたか、タイミングよくキャッチしたかどうかにかかっている[18]。

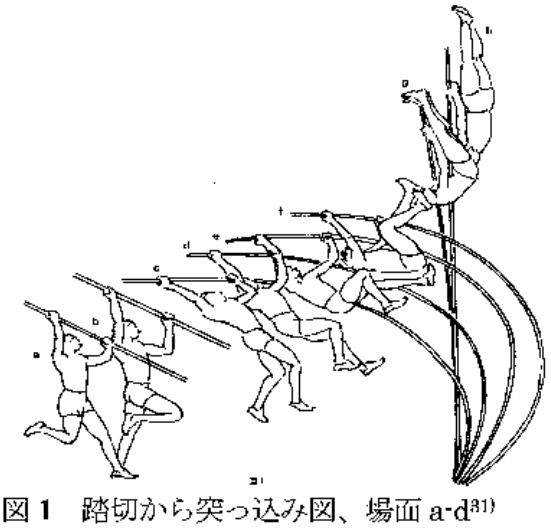


図 1　踏切から突っ込み図、場面 a-d[31]

（4）エネルギー変換率からみた男子棒高跳選手の跳躍技術について

Steben[20],淵本ら[4]は、踏切離地時の重心水平速度と記録との間に高い正の相関が見られたことから踏切離地時の重心水平速度の重要性を報告している。また、武田ら[24][25]は、踏切離地時の重心水平速度と記録との間に、高い正の相関が見られたが、踏切足接地時・踏切足離地時の重心水平速度とポール最大湾曲率との間に、有意な相関関係は見られなかった。これらのことから、踏切時の重心水平速度は小さいが、ポールを大きく湾曲させている選手が見られることがある。その理由として、踏切離地時の重心水平速度そのものがポールの湾曲に関係するのではなく、選手の使用するポールの長さや硬さ、ポール操作技術が影響していると報告している。

第２節　モルフォロギー的研究方法と考察法について

（1）モルフォロギー的研究方法について

Meinel[14]によると、運動モルフォロギーというものは、スポーツ運動の感覚的知覚微表と関わり合いをもつものである。スポーツ運動は、知覚的に２つの方法で知覚される。ひとつは他者の運動としてわれわれに与えられている。この諸経過は、視覚・聴覚・触覚によって捉えられる。この方法で、部分的には自分自身の運動でさえ、いわば外から知覚することができる。しかしながらこの場合には、自分自身の運動の特有な二面性が示されている。自分自身の運動を外からだけでなく、“運動覚”、“筋覚あるいは運動性分析器”（パヴロフ学派の用語）の助けによって“中から”も知覚するとされている。スポーツ運動をしっかりとらえるのには、どんなに過大評価しようが、しすぎにはならないほど大切な意味をもつものである。運動の“主観的”ということには、信頼できない知覚であるという影がいつもつきまとうものである。感覚的知覚のこの形式が、他の諸感覚の形式とまったく同様に、運動経過の客観的な表示器になれることを、依然としてわれわれは認めるものである。

この二面的所与性というものが、方法論的に２つの仕方で運動現象を捉えることの前提条件となる。それゆえ、自分自身の運動の自己知覚に基づく自己観察と他者の知覚に基づく他者観察が区別されることになる。Meinel[17]は、この２つの研究方法の可能性とその限界は確認されなければならないとしている。

（2）モルフォロギー的考察法について

Meinel[14]によると、運動モルフォロギーは、運動を研究していくに際して、まず取りかかからなければならない第一の段階である。モルフォロギーの対象は、現実に与えられたスポーツ運動の現象であり、それを客観化するのは、光学機器による撮影で保存することによって可能になる。この考察法は“現象科学的”考察法とも名づけられ、運動モルフォロギーという名称は、何が問題になるかをより明確に表すとされている。ここでは、自身の運動感覚器、とくに直接に目に訴えられる運動形態の把握と記述が前景に立てられる。したがって、運動モルフォロギーは身体構造のモルフォロギーではなくて、身体運動のモルフォロギーである。光学機器による撮影で保存された資料は厳密に観察したり、止めて観察したり、反復して何度も見ることができ、また構成成分に分けたり、計測したり、比較考察する事も可能となる。モルフォロギー的運動分析のなかに隠されている事実や微表や関係を確認させてくれる。光学機器による撮影で保存された資料や、個々の運動習熟が形成されていく発達段階を比較し考察することができるモルフォロギー的考察方法は、スポーツ運動が漸次に発生し、形成化されていくのを追及することによって、それはエルンスト・ヘッケルによる概念構成を利用すれば、形態発生すなわち運動形態の発達と形成の理論へと発展するのである。モルフォロギーは、比較と抽象化によって一定の微表と固有性を浮き彫りにし、運動類縁性をとらえ、モルフォロギーとしての事実資料の範囲において、最後には、一般化というものを可能にする諸関連との諸関係を把握するものである。

したがって、モルフォロギー的研究法はスポーツ運動研究の最初の拠点として不可欠である。それはスポーツ運動を解剖学的・生理学的、あるいは物理学的・自然科学的研究と異なることから分析的に考察していくに先立って、スポーツ運動を現実に行われている姿のままでとらえようとするものである。一般に、これらの個別科学は、スポーツ運動というものを、ある全体現象として、また、環界に対する高次の行動形式の特別な質を示すような、分割できない運動系の行為として捉えられるものではない。

これに対して、モルフォロギー的考察法で捉えようとするのは、たとえば、空時・力動構造・運動の流動、運動の弾性など、一般に自然科学的研究が避けてしまう運動の微表や固有性である。また、運動モルフォロギーは解剖学・生理学的、物理学・力学的な運動の前提や条件のなかからは、何ひとつ、とりいれないけれども心理学的考察法はこのモルフォロギー的考察法ときわめて密接な結びつきをもっている。

第３節　運動質を把握するカテゴリーについて

Meinel[7)8)]はスポーツ・運動指導者は、実施者の「動きのかたち」を観察し、運動質の違いを即座に判断し、修正指示を出すことに直面している。この本質的把握をMienel[15)]は８つのカテゴリーによって運動経過を観察し、「運動質」の違いについて把握することを提唱した。

８つのカテゴリーについて述べると次の通りである。

「運動の局面構造」とは、運動経過のなかで明らかに区別できる空間的・時間的分節を表し、完結する１つの運動である「非循環運動」と周期的に連続する運動である「循環運動」によって成立する局面が異なる。非循環運動では、運動課題を達成する前提条件となる「準備局面」、運動の中核となる「主要局面」、運動で生じたエネルギーに制動をかける「終末局面」の３局面が見られ、各局面で密接な相互関係を持っている。循環運動では「主要局面」と終末局面と準備局面が融合した「中間局面」が見られる。移動系の運動がこれに属し、この２局面が交互に行われる。各局面は、運動の未熟練者ほど不完全である場合が多い。

「運動のリズム」とは周期性を示し、筋肉の緊張と解緊が交替するなかに現れる。また負荷と休息をリズミカルに交替させることにより、神経系や筋系の経済的な活動を保証するという意義を持つ。

「運動伝導」とは、１つの動作の中で身体の部分に運動が伝わる順次性を示し、主に「胴体から四肢や頭部」「四肢や頭部から胴体」への「運動伝導」の２つの形態がある。多くの運動において胴体の操作は特別な意義を持ち「上下の胴体操作」「水平の胴体操作」「胴体の回転」「胴体のねじり」「胴体の反り」の５つの形態で区別される。また、頭部は多くの運動において主導的かつ操作的な役割を持ち、頚反射や頭の保ち方によって身体の姿勢を規定する。

「運動流動」とは運動経過が流れるように行われることを示し、合理的（合目的的・経済的）な動きの獲得を表す。また、獲得された運動の調和の完全さを捉える指標となる。そのなかで、空間的な過程では運動経過に「カド」がなく曲線的な動きが見分けられる。時間的な過程では速度変化が急に行われるのではなく、徐々に移り変わっていくことが見分けられる。力動的な過程では、緊張と解緊の流れるような移行や、最小緊張から最大緊張への緩やかな移行が見られる。

「運動の弾性」とは、落下する身体や飛んでくる用具などにブレーキをかけ、はね戻す

動作のなかに見られ、同時にリズミカルに、更にスムーズに経過するものである。また、弾性を持った運動は、経済的な筋系の働きを意味し、同時に運動器官の損傷や脳の振盪を防ぐ。

「運動の先取り」とは、先行する運動のなかで、次に続く運動課題を目指した動作を開始することを示す。ここでは、現在から未来に起こり得る運動を、自分がやっているものとして「心的に体験」している。また、先取りは訓練を重ねることによって習得することができる。

「運動の正確さ」とは、時間的・空間的・力動的の誤差が少なく安定した運動の再現である。ここでは、運動覚が主導的な役割を持つが、身体的な状態や精神的な状態、また老化の影響を大きく受ける。

「運動の調和」とは、運動経過全体にまとまりがあり、合理的で無駄のない運動経過が行われていることを示す。運動調和は、全てのカテゴリーに条件づけられている「質」の完全さを示す。ここでは、運動経過の「質」が即座に判断されることから、動きの印象分析をするにあたって、最初に取り上げられるカテゴリーとなる。

第４節　身体移動スピードと腰の移動スピードについて

（１）踏切局面における身体重心と大転子の位置

Schade[2]らは、最も応用された棒高跳のバイオメカニクス研究も、ほぼ選手のみに注目していた。つまり、ポールの相互作用にはなにも関心を払っていなかったということである。しかし、求められているのは、この種目に欠かせない選手とポールとの間の相互作用の分析と定量化である。踏切とポール突っ込み動作時のエネルギーの移動は、踏切とポール突っ込み間を通じて起こっている。これらの移動の最適化は別々に起こるわけではなく、互いに影響しあい、依存し合っている。ポール突っ込みと踏切は調和し、整合しなければならない。この適合性にとっては、個別の性質がまず決定的である。

先行研究により、空中局面に入る前の踏切局面までの重心の位置は大転子の位置と同等である[2]ことから、本研究では、大転子１点を身体重心と仮定し、研究を進めていく。

（２）身体重心水平速度からみる踏切動作の特徴

小林ら[11]は、棒高跳は力学的な観点から見ると助走で得た運動エネルギーをポールの弾性エネルギーとして一端蓄積し、そのエネルギーを位置エネルギーに変換する競技であることから、エネルギー変換率が高ければ最大重心高の獲得に繋がると言える。これまで、

助走および踏切足離地時の身体重心水平速度の大きさと最大重心高や記録との関係[4)19)22)23)26)]、踏切時における身体重心水平速度の減速の小ささと記録との関係[23)24)]踏切角の小ささと最大重心高や記録との関係[4)19)22)23)26)]などが報告されている。棒高跳では、踏切後の複雑な空中動作があるにも関わらず、助走および踏切と記録との間に高い関係があるということは、いかに助走速度や踏切技術が重要であるかということが分かる。以上のことからボール操作技術の向上が踏切速度の減速に大きく関係していることより[24) 25)] 本研究では、踏切足接地から離地までの速度を算出した。

第５節　ポール操作トレーニングについて

（１）日本陸上競技連盟推奨ポール操作トレーニング（マニュアルトレーニング）

1988 年に発行された財団法人日本陸上競技連盟による陸上競技指導教本[18]では、ポール操作を前方、そして上方に進行させ、踏切る前に操作を終えることを特徴とし、2006 年３月発行の日本陸上競技連盟強化委員会推薦コーチングマニュアル[30]でも同様のことが報告されている。日本陸上競技連盟が推奨する指導書の主な踏切局面でのポール操作は次の５つの項目によって行われる。①ポールは踏切動作が終わる前に、ボックスに突っ込む。②踏切は、ポールを斜上方向へ押し上げる感じで行う。③ポールに助走スピードのエネルギーをうまく移行させるには、正しい位置（図 2）で踏切ることが重要である。④正しい位置の踏切は、走幅跳と同じように脚を伸展させ、後方に残すことができる。踏切位置が前方に入り過ぎると、踏切脚は後方に残すことができず、前方へはらわれて、スウィングが小さくなってしまう。また、踏切位置が後方すぎると、前方へのドライブのとき、下方へ沈み込んでしまう。⑤助走と踏切によって、エネルギーをうまくポールへ移行させるには、アゴが極端に上がらないように踏切ることを忘れてはならない。

日本陸上競技連盟の推奨するトレーニング特徴は、踏切る前に突っ込み動作が完了していること、左手は前方で右手は斜上方向に進行させること、踏切脚は右手の真下にあることが特徴である。本研究では、上記トレーニング指導内容を「マニュアルトレーニング」とする。

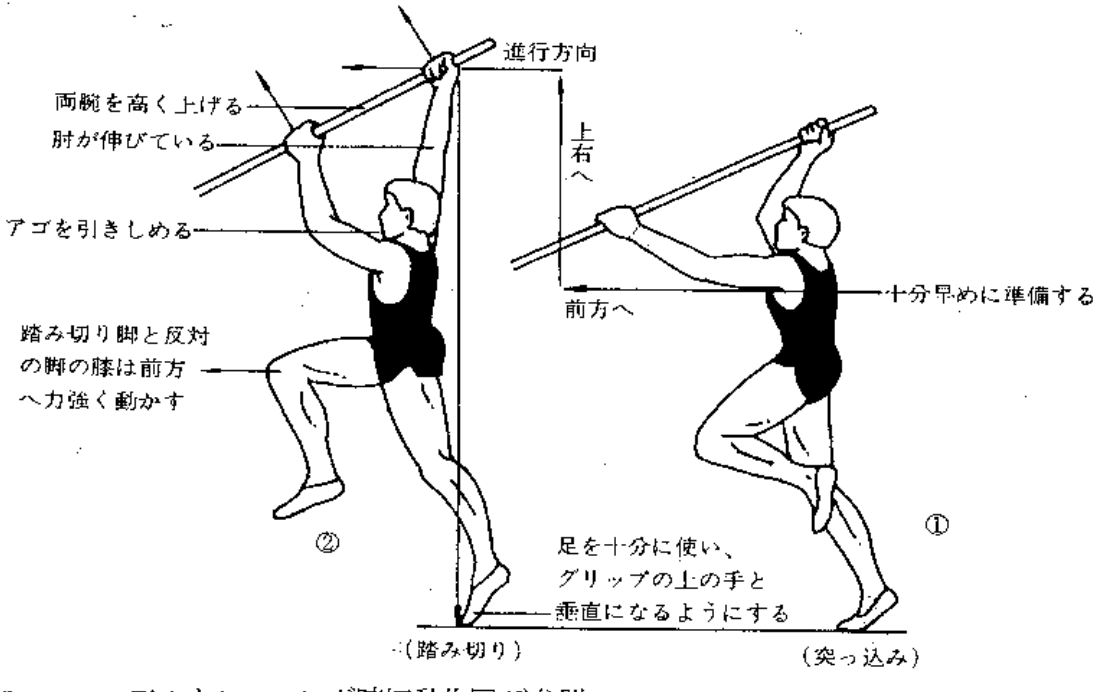


図２　マニュアルトレーニング踏切動作図[19]参照

（2）指導現場などでみられるポール操作トレーニング（オリジナルトレーニング）

2000年以降から近年、棒高跳の陸上雑誌や指導現場などで、日本陸上競技連盟が推奨するマニュアルトレーニング以外の方法で、ポール操作の指導をしている指導者が多々みられ、各公式大会にて実績を残している。その、ポール操作トレーニングについて、田尻は、ポール操作を踏切動作と突っ込み動作と同時に行うのがポイントであるとしている[27]。また、船津は、ポール操作進行を上に突き上げるようにすることをポイントしている[50]。これら、トレーニングは、前述のマニュアルトレーニングとは異なるポール操作を紹介しており、主に次の4つの項目によって行われる。①踏切の時、右手を踏切るタイミングと合わせて同時進行する。②右手を頭の上に差し上げて踏切り、肩の力を抜き、胸を前方に進めながら肩入れを行う。③左手は前方に突っ張るのではなく、上方に持ち上げていくイメージ。④踏切脚は右手の位置から真下の10cm～20cm遠い位置で踏切、前方に押しながら勢いよく飛び出し、左脚を後ろに残すようにする。

近年、指導現場や陸上雑誌などでみられるトレーニング特徴は、踏切動作と突っ込み動作を同時に行うこと、右手を頭の上に突き刺すように上げ、胸を前方に意識しながら肩の力を抜き肩入れを行うこと、左手は上方に上げるようなイメージをもつこと、踏切脚は、右手の位置から真下の10cm～20cm遠い位置で踏切ことが特徴である（図3）。
本研究では、上記トレーニング指導内容を「オリジナルトレーニング」とする。

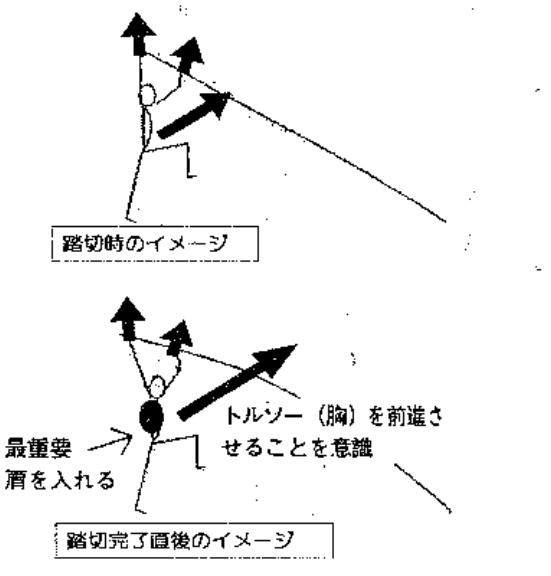


図3　オリジナルトレーニング踏切動作図[22]参照

第3章　研究目的

本研究では、十種競技を専門とし棒高跳の専門的な指導を受けていない、棒高跳非専門群を対象とし、踏切局面のポール操作を習得するために、日本陸上競技連盟が推奨するトレーニング（マニュアルトレーニング）と、現在の指導書や指導現場でよく見られるトレーニング（オリジナルトレーニング）の異なる2種類のトレーニングを実施した。そして、踏切局面におけるポール操作のトレーニング効果を、質的な動きの違いや腰の水平スピードの変化から、技術指導の有効性を検証することを目的とした。

第4章　研究方法

第1節　被験者および実験プロトコル

（1）被験者

順天堂大学陸上競技部男子11名、順天堂大学陸上競技部OB1名とした。被験者の特性は、表1に示した。

表1　被験者の特性

非専門群				
	年齢(yrs)	身長(cm)	体重(kg)	自己記録(m)
マニュアルトレーニング群	19.7±1.6	177.0±5.4	73.3±7.8	3.20±0.3
オリジナルトレーニング群	20.0±1.0	177.7±6.8	69.0±8.6	3.20±0.3
コントロール群	20.7±1.9	176.0±1.6	72.7±6.2	2.60±0.7
専門群				
棒高跳専門群	20.3±2.1	170.3±3.3	60.0±3.3	5.20±0.1

（2）実験プロトコル

棒高跳の専門的な指導を受けていない十種競技専門競技者を棒高跳非専門群とし、日本陸上競技連盟が推奨するポール操作トレーニング法を指導する群(以下マニュアルトレーニング群)、近年の指導現場や陸上雑誌などでみられるポール操作トレーニング法を指導する群(以下オリジナルトレーニング群)、トレーニング指導を施さない群(以下コントロール群)の各群に棒高跳非専門群9名を3名ずつに分けた。また、棒高跳専門競技者を専門群とした。

プレテスト：マニュアルトレーニング群、オリジナルトレーニング群、コントロール群はプレテスト(以下プレ)として、全助走からポール曲げ動作までを3本行ってもらい、全ての試技を撮影した。さらに、内省報告を得た。

トレーニング：マニュアルトレーニング群、オリジナルトレーニング群はプレから8週間をトレーニング期間とし、両群異なるポール操作トレーニングを、10本を週1回行わせた。トレーニング時は、細かい指摘をしながら行わせた。

ポストテスト：トレーニング期間終了後マニュアルトレーニング群、オリジナルトレーニング群、コントロール群はポストテスト(以下ポスト)として、プレ同様の試技を行ってもらい、全ての試技を撮影した。さらに、内省報告を得た。

専門群は、全助走からポール曲げ動作までの撮影を3本のみ行った。

また、モルフォロギー的考察法を行うため、全実験終了後に他者観察報告を得た。

なお、道具(ポール)による影響を受けないために、使用するポールはNISHI社製のUCSスピリットポール(14feet,165lb)に統一した。

（3）トレーニング内容

トレーニング内容として、2種類のトレーニング指導を施した（図4、図5)。

a）マニュアルトレーニング

図4はマニュアルトレーニングのポールワークの連続写真である。マニュアルトレーニング群のトレーニング内容は、以下の手順で行った。

図4の1の動作を基本姿勢として、10から14にかけて、ポールを前方および上方への移動を開始させる。また、12で右手は右肩の近くまで移動させて、14で両方の腕で力強く前方および上方へ押すようにする[18]。（10から13のとき、右手は競技者自身の前を通過する）15で両手を高く保持しながら踏切るようにトレーニングを行わせた。

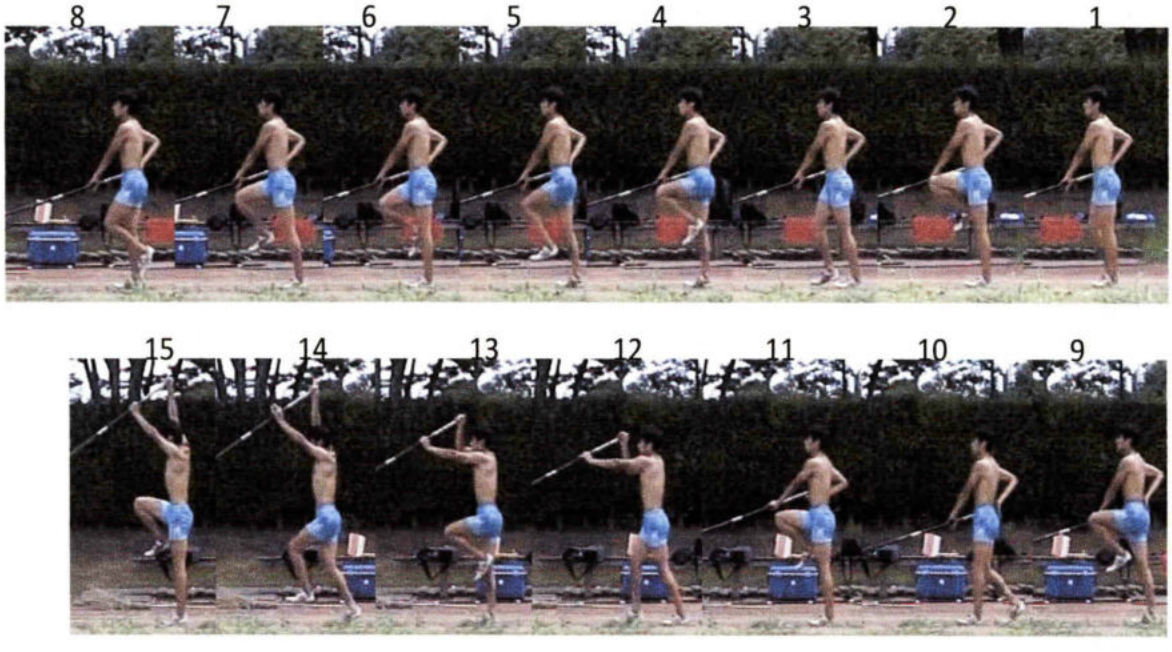


図4　マニュアルトレーニングP.W連続写真図（マニュアルトレーニング群被験者A)

b) オリジナルトレーニング

図5はオリジナルトレーニングのポールワークの連続写真である。オリジナルトレーニング群のトレーニング内容は、以下の手順で行った。

図5の1の動作を基本姿勢として、歩行を行いながら、6から10にかけて右手を身体に沿って腰部の位置から耳の横を通す。11から12で踏切動作に備え、13で踏切と同時に右手を頭上まで突き上げるようにトレーニングを行わせた[5) 27)]。

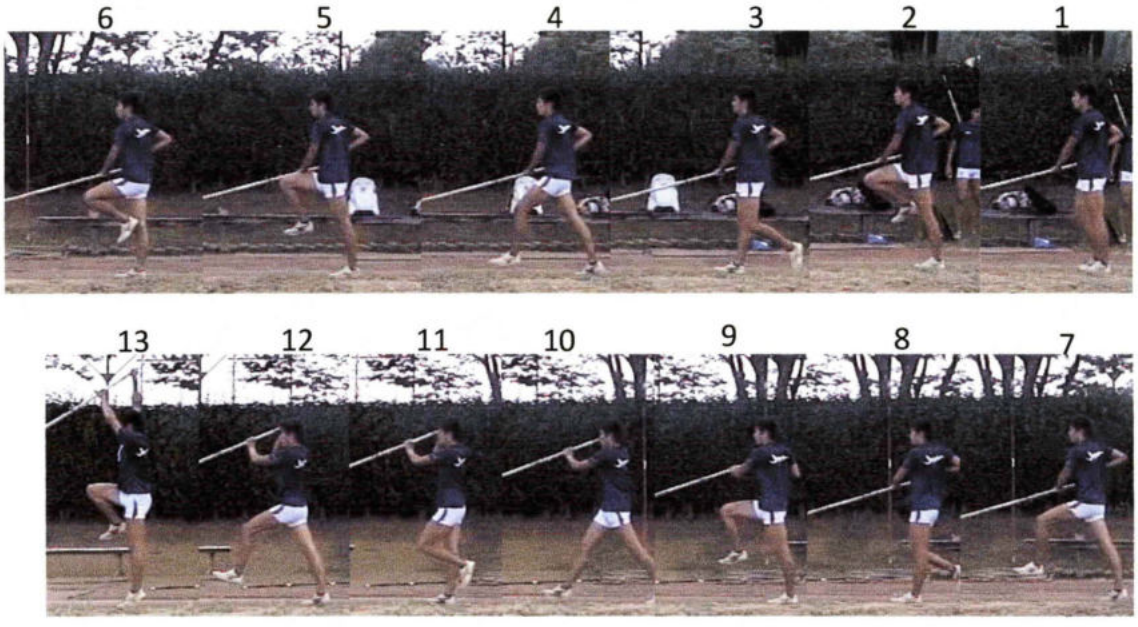


図5　オリジナルトレーニング P.W 連続局面図（オリジナルトレーニング群被験者 F）

第2節　撮影方法

全ての実験試技において、踏切8歩前から踏切局面のポール曲げ動作までを、デジタルビデオカメラ(Canon社製,EXLIM)によって、助走路側方から2台、マットを越えて助走路前方から1台の計3台で撮影した。また、全てのカメラは毎秒300コマの設定で撮影を行った。

撮影場所：順天堂大学さくらキャンパス陸上競技場棒高跳ピット

撮影日時：2012年6月26日（火）から8週、2012年8月14日（火）まで実施

全日程ともに12：10～14：00に実施

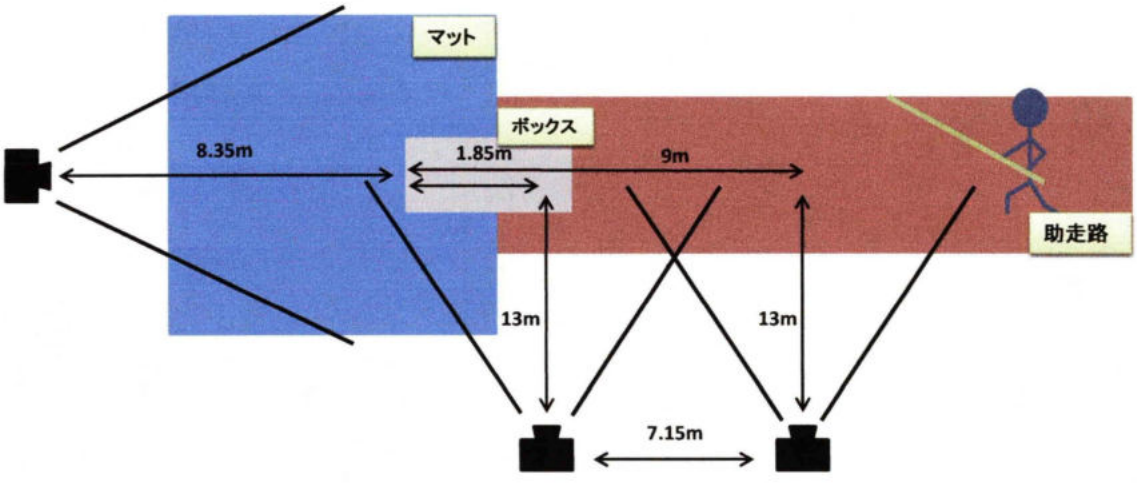


図6　実験設定場面

第3節　測定項目

（1）身体重心移動スピード

棒高跳では、身体重心移動スピードを計測する際に、23点からなる重心点を基準に身体重心移動スピードを計測する。しかし、Schade[2)] の研究により主要局面であるスウィング動作に入る前までは重心の位置と腰の位置がほぼ一致することから、本研究の課題である踏切局面の動作を、腰（大転子）を基準に身体重心移動スピードと仮定し、大転子スピードとした。

撮影した映像から、踏切8歩前からポール曲げ動作までの動作を、ビデオ画像解析システム（Dippmotionpro ver2.24d ディテクト社製）を用いて1コマごとに身体計測点である大転子1点をデジタイズした。大転子移動スピードは大転子変位を時間微分してスピ

ードの各成分を算出した。

（2）踏切スピード減速率 - 算出方法

・踏切スピード減速率：踏切足接地時から踏切足離地時までの身体重心水平速度の減速率を以下の式で算出した[24]。

$$\text{踏切スピード減速率} = \frac{(\text{離地時大転子スピード} - \text{接地時大転子スピード})}{\text{接地時大転子スピード}} \times 100$$

（3）統計処理

プレ、ポストにおける測定値の平均値の差の比較には、対応のあるｔ検定を用いた。なお、統計的有意水準は5%とした。さらに、本研究はサンプル数の影響を受けない「効果量（Effect　size)」を算出して，トレーニング効果を検討した。「効果量」とは、グループごとの平均値の差を標準化した指標で[1) 16)]、以下の式を用いて算出した。

$$d = \frac{\text{A群の平均値} - \text{B群の平均値}}{\sqrt{\frac{\text{A群の標準偏差}^2 + \text{B群の標準偏差}^2}{2}}}$$

算出された数値は、標準偏差を単位として平均値がどれだけ離れているかを表しており、例えばｄ＝１なら２つの平均値が１標準偏差離れていることを意味する。数値を解釈するにあたり、0.2は効果小、0.5は効果中、0.8は効果大という目安が示されている[1) 16)]。

第4節　モルフォロギー的考察法

（1）資料および考察方法

a)資料について

撮影した試技は、コンピュータに取り込み、自己観察報告で最も良い試技と報告された試技の連続写真をFormFinder（インク社製）にて作成しトレースしたものを原資料とした。さらに、インタビュー形式にて自己観察報告と他者観察報告を得た（表3、表4）。表2は、他者観察報告者の経歴を示した。

表2　他者観察者一覧表

他者観察者一覧表	
報告者	経歴
A	日本陸上競技連盟跳躍コーチ 順天堂大学陸上競技部ヘッドコーチ 日本学生陸上競技対校選手権大会　優勝者育成
B	2007.2008.2009.2010年度　関西高等学校最優秀指導者賞受賞 2012年度全国高等学校選手権　棒高跳優勝者指導 2012年度国民体育大会少年A　棒高跳優勝者指導
C	棒高跳元日本記録保持者　大昭和製紙株式会社・元監督

b）考察方法について

原資料を基に、非専門群の踏切局面におけるプレ、ポストにかけてのボール操作を行う被験者9名と、専門群の踏切局面におけるボール操作を行う被験者3名の実験試技についてモルフォロギー的観点から比較考察を行った[14]。

（2）トレース方法

FormFinder（インク社製）にて作成した連続写真から、踏切局面における各動作をトレーシングペーパーに模写し、実写に近い図を資料とした。

第5章　結　果

第1節　モルフォロギー的観点からみたプレ、ポスト間のポール操作について

踏切局面には、突っ込み動作・踏切動作・ポール曲げ動作の3つの動作が含まれている[9]。各動作時におけるプレーポストのポール操作について、モルフォロギー的観点からみた。

（1）マニュアルトレーニング

突っ込み動作から踏切動作における変化について、図7.8.9に示した。突っ込み動作（図7）ではポールの出し遅れを防ぐため、ポール操作開始が踏切1歩半前から踏切2本半前へと変化がみられた。踏切動作（図8）では、両腕の肘がやや曲がり、伸びきっていない踏切から、しっかり両腕が伸びた踏切へと変化がみられ、特に左手がしっかり伸びていた。ポール曲げ動作（図9）では、踏切動作時に左肘の曲がりが改善されたため、プレと比べ、ポストではポールに湾曲が生じていた。

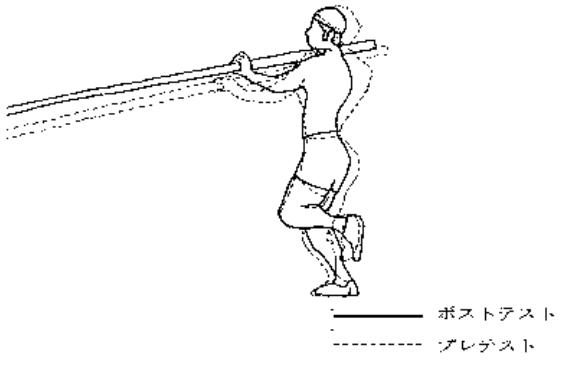


図7　プレーポスト突っ込み動作比較図
（マニュアルトレーニング群被験者C）

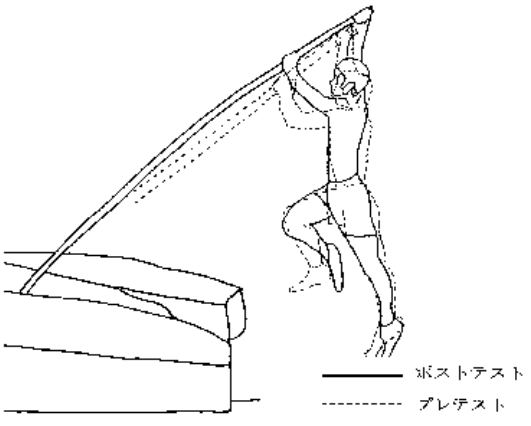


図8プレーポスト踏切動作比較図
（マニュアルトレーニング群被験者C）

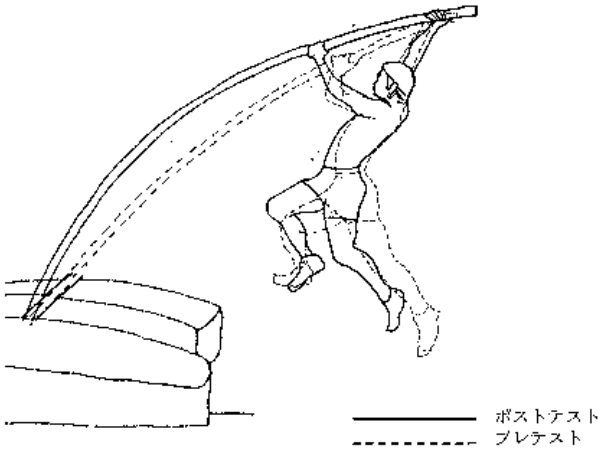


図 9　プレーポストポール曲げ動作比較図

（マニュアルトレーニング群被験者 C）

（2）オリジナルトレーニング

突っ込み動作から踏切動作における変化について図 10.11.12 に示した。突っ込み動作（図 10）ではプレに比べポストのポール保持位置は高くなり、腰のやや真下に右足が接地した形になっていた。プレの踏切動作（図 11）では、低い腰の位置での踏切だったがポストでは、右手の位置が高く腰の入った踏切をしていた。また、プレでは、左肘が完全に曲がっているが、ポストにかけて右手の位置が高くなったことから改善傾向がみられた。ポール曲げ動作（図 12）では、プレに比べてポストの方がポールの湾曲が大きくなったが、ポール曲げ姿勢には変化がみられなかった。

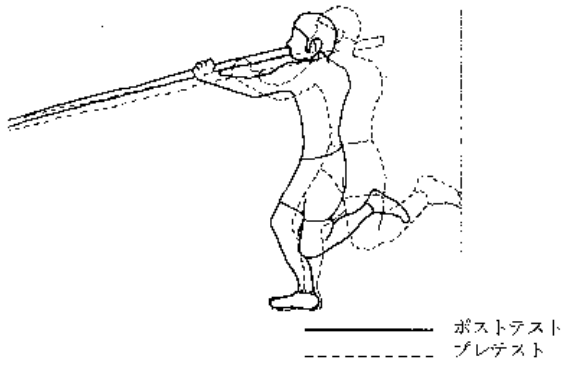


図 10　プレーポスト突っ込み動作比較図

（オリジナルトレーニング群被験者 D）

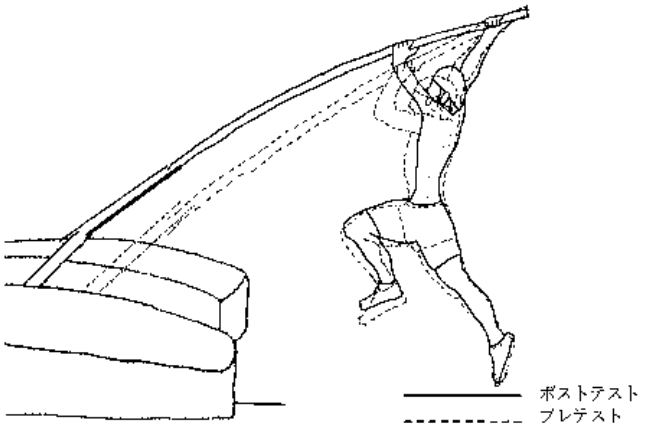


図 11　プレーポスト踏切動作比較図

（オリジナルトレーニング群被験者 D）

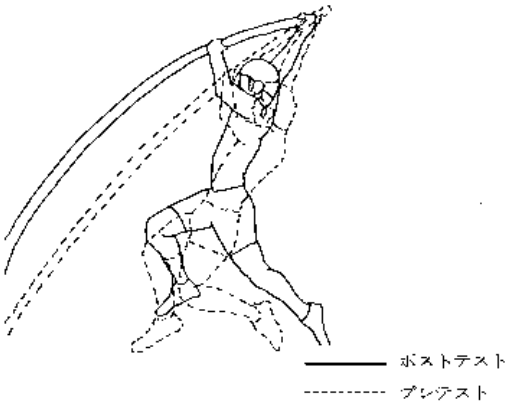


図 12　プレーポストポール曲げ動作比較図
（オリジナルトレーニング群被験者 D）

（3）コントロール群

突っ込み動作からポール曲げ動作における変化について図 13.14.15 に示した。突っ込み動作（図 13）では、低い位置でのポール操作が見受けられ、プレーポストにかけて動きの変化がみられなかった。踏切動作（図 14）では、プレ、ポストともに左肘が完全に曲がっていた。ポール曲げ動作（図 15）では、プレ、ポストにかけて左手が突っ張り、力で強引に押しているため、動きが硬くなっていた。

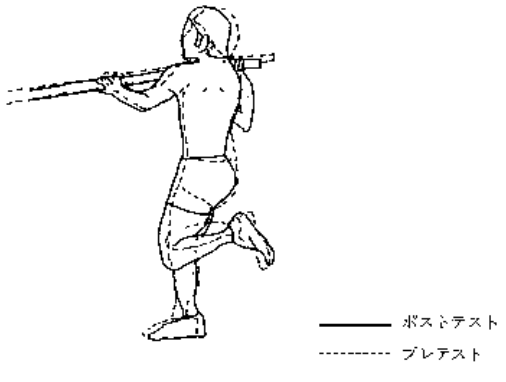


図 13　プレ、ポスト突っ込み動作比較図
（コントロール群被験者 H）

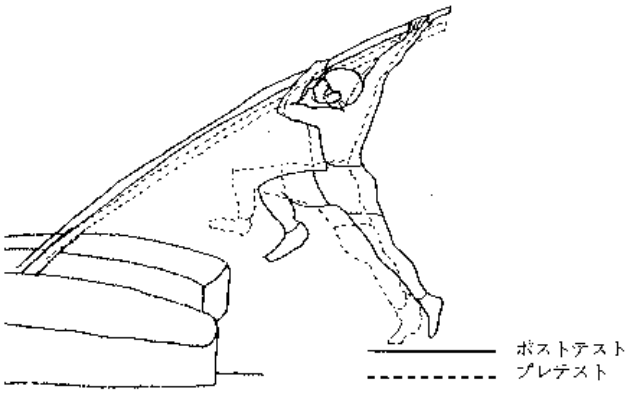


図 14　プレ、ポスト踏切動作比較図
（コントロール群被験者 H）

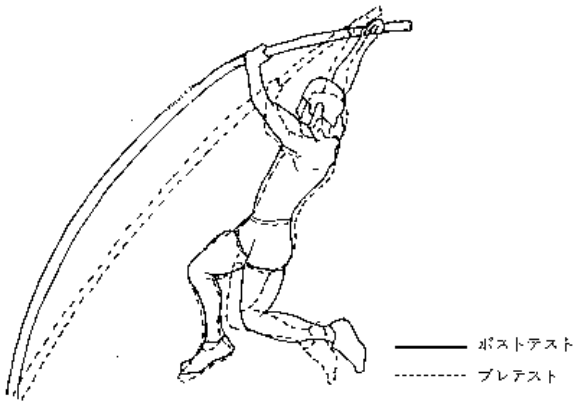


図 15　プレ、ポストポール曲げ動作比較図

（コントロール群被験者 H）

（4）マニュアルトレーニング群・オリジナルトレーニング群の正面図

正面図では、マニュアルトレーニング群はポール操作を中心部で両手を進行していた（図 16）。一方、オリジナルトレーニング群は、ポール操作を身体右側で両手を進行している。マニュアルトレーニング群・オリジナルトレーニング群を比較すると図 18 のようになる。また、オリジナルトレーニング群は、右手のポール操作を、専門群に近い位置で操作されていたことが見られた。しかし、オリジナルレーニング群は左肘が伸びておらず、専門群は、左肘が伸びていた。

図 16　マニュアルトレーニング群正面図

（マニュアルトレーニング群被験者 C）

図 17 オリジナルトレーニング群正面図

（オリジナルトレーニング群被験者 D）

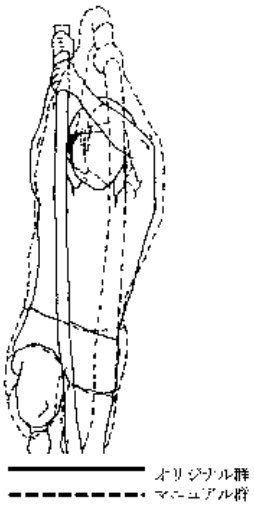


図 18　マニュアル・オリジナルトレーニング群正面図比較図
（マニュアルトレーニング群被験者 C
オリジナルトレーニング群被験者 D）

図 19 専門群正面図
（被験者専門群 S-B）

第 2 節　踏切スピードの減速について

表 3 は踏切足接地時から踏切足離地時までの踏切スピードの減速率を示したものである。マニュアルトレーニングの踏切スピードの減速率はプレでは 31.11%、ポストでは 19.96%であった。プレからポストにかけて 11.15%の減速率が改善された。オリジナルレーニングの減速率はプレでは 32.43%、ポストでは 22.79%であった。プレからポストにかけて 9.64%の減速率が改善された。コントロール群の踏切スピードの減速率はプレでは 33.58%、ポストでは 31.26%であった。プレからポストにかけて踏切スピードの減速率が 2.32%の減速率が改善された。一方、専門群の平均の踏切スピードの減速率は平均 11.25%であり、マニュアルトレーニング群のポストでの 19.96%が、専門群にもっとも近い値を示した。

さらに、プレ、ポスト間での踏切スピードの減速量から効果量を示した。プレ、ポスト間での効果量は、マニュアルトレーニングが 4.02(効果大）で、オリジナルトレーニングが 3.42（効果大）であった。コントロール群は 0.30 で（効果小）であった。

表３各群の踏切スピード減速率

マニュアルトレーニング

プレ

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
A	7.94	6.37	-1.57	7.72	5.97	-1.75	7.24	5.5	-1.74	-1.69	
B	7.22	5.41	-1.81	6.74	4.78	-1.96	6.69	4.82	-1.87	-1.88	
C	5.23	2.99	-2.24	5.26	2.92	-2.34	5.54	2.88	-2.66	-2.41	
平均	6.80	4.92	-1.87	6.57	4.56	-2.02	6.49	4.40	-2.09	-1.99	31.56
標準偏差	1.15	1.42	0.28	1.01	1.26	0.24	0.71	1.11	0.41	0.31	±10.02

ポスト

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
A	7.66	6.52	-1.14	7.78	6.66	-1.12	7.29	6.19	-1.10	-1.12	
B	6.85	5.93	-0.92	7.11	5.89	-1.22	6.04	4.77	-1.27	-1.14	
C	5.37	4.25	-1.12	5.01	4.10	-0.91	5.54	4.27	-1.26	-1.10	
平均	6.63	5.57	-1.06	6.63	5.55	-1.08	6.29	5.08	-1.21	-1.12	17.53
標準偏差	0.95	0.96	0.10	1.18	1.07	0.13	0.74	0.81	0.08	0.02	±3.18

オリジナルトレーニング

プレ

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
D	7.05	5.68	-1.37	6.53	4.54	-1.99	7.03	5.70	-1.33	-1.68	
E	5.46	3.11	-2.35	5.67	3.20	-2.47	5.60	3.57	-2.03	-2.28	
F	6.08	4.10	-1.98	5.52	3.87	-1.65	5.49	3.96	-1.53	-1.72	
平均	6.19	4.30	-1.90	5.90	3.87	-2.04	6.04	4.41	-1.63	-1.89	31.33
標準偏差	0.65	1.06	0.40	0.45	0.55	0.34	0.70	0.93	0.30	0.28	±8.33

ポスト

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
D	5.55	4.35	-1.20	4.82	3.43	-1.38	5.06	3.82	-1.24	-1.27	
E	4.97	3.99	-0.98	5.10	3.83	-1.27	4.86	3.55	-1.31	-1.19	
F	4.79	3.47	-1.32	4.32	3.65	-0.67	4.86	4.13	-0.73	-0.91	
平均	5.10	3.94	-1.17	4.74	3.64	-1.11	4.93	3.84	-1.09	-1.23	22.72
標準偏差	0.32	0.36	0.14	0.32	0.16	0.31	0.10	0.24	0.26	0.16	±4.82

コントロール群

プレ

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
G	5.87	3.91	-1.96	5.73	4.07	-1.66	6.84	5.48	-1.36	-1.66	
H	4.35	2.79	-1.56	4.79	3.10	-1.69	4.23	2.67	-1.56	-1.60	
I	4.66	2.81	-1.85	4.82	2.91	-1.91	5.11	3.08	-2.03	-1.93	
平均	4.96	3.17	-1.79	5.11	3.36	-1.75	5.39	3.74	-1.65	-1.73	34.37
標準偏差	0.66	0.52	0.17	0.44	0.51	0.11	1.08	1.24	0.28	0.14	±6.09

ポスト

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
G	6.02	4.57	-1.45	5.94	3.95	-1.99	6.38	4.62	-1.76	-1.73	
H	4.05	2.87	-1.18	4.03	2.77	-1.26	4.48	3.19	-1.29	-1.24	
I	5.11	3.25	-1.86	4.99	3.16	-1.83	5.12	3.32	-1.80	-1.83	
平均	5.06	3.56	-1.50	4.99	3.29	-1.69	5.33	3.71	-1.62	-1.60	31.39
標準偏差	0.81	0.73	0.28	0.78	0.49	0.31	0.79	0.65	0.23	0.26	±4.09

専門群

被験者	1本目			2本目			3本目				
	接地	離地	差	接地	離地	差	接地	離地	差	平均	スピード減速率（%）
S-A	8.04	7.47	-0.57	9.43	8.30	-1.13	9.70	8.45	-1.25	-0.98	
S-B	8.42	7.63	-0.79	9.00	8.36	-0.64	8.24	7.56	-0.68	-0.70	
S-C	7.07	6.38	-0.70	7.25	6.17	-1.07	7.54	5.97	-1.57	-1.11	
平均	7.84	7.16	-0.69	8.56	7.61	-0.95	8.49	7.33	-1.17	-0.93	11.35
標準偏差	0.57	0.56	0.09	0.95	1.02	0.22	0.90	1.03	0.37	0.17	±4.16

第3節　非専門群の競技成績からみるプレ、ポスト間での変化

各群の競技成績における、プレ、ポストの変化をみた。オリジナルトレーニング群は、プレ（3.13±0.41m）、ポスト（3.80±0.33m）間で競技成績に有意な差がみられた（$p < 0.01$）一方、マニュアルトレーニング群の競技成績についてみてみると、プレ（3.30±0.1m）、ポスト（3.70±0.08m）であった。コントロール群の競技成績についてみてみると、プレ（3.40±0.54m）、ポスト（3.47±0.62m）であった。

第6章　考　察

第1節　モルフォロギー的観点からみたボール操作について

踏切局面(突っ込み動作・踏切動作・ポール曲げ動作)におけるボール操作のブレ、ポスト間での動きの変化を、モルフォロギー的観点[15]から自己観察報告と他者観察報告(表4・表5)を踏まえ非専門群と専門群を比較し、考察を進めることとする。

表4　被験者自己観察報告

マニュアル トレーニング群	
突っ込み動作	プレ　助走が間延びしないようにしている。 （被験者A・Bの報告） ポスト　ボール操作のタイミングが分かるようになった。 （被験者A・B・Cの報告）
踏切動作	プレ　　全体的に踏切動作における意識の報告がみられなかった。 （被験者A・Bの報告） ポスト　右手を高くする意識と、左手が潰れないようにする意識をしている。 （被験者A・Bの報告）
オリジナル トレーニング群	
突っ込み動作	プレ　助走が間延びしないようにテンポを意識している。 （被験者D・Eの報告） ポスト　助走のリズムに合わせて腕を出している。 （被験者D・E・Fの報告） 自然なボール操作ができるようになっている。 （被験者E・Fの報告）
踏切動作	プレ　全体的に踏切動作における意識の報告がみられなかった。 （被験者E・Fの報告） ポスト　踏切動作と突っ込み動作を同時に行うようにしている。 （被験者D・E・Fの報告） 踏み切った後、左手が伸びきらない。 （被験者D・Fの報告）
コントロール群	
突っ込み動作	プレ　助走が失速しないようしっかり走ることを意識している。 （被験者G・Iの報告） ポスト　助走スピードを意識している。 （被験者G・H・Iの報告）
踏切動作	プレ　もっと力強く踏み切った方が良くなる気がする。 （被験者G・Iの報告） ポスト　さらに力強くボールを曲げようとしている。 （被験者G・H・Iの報告）
専門群	
突っ込み動作	助走のテンポを落とさず、リラックスすることを心がけている。 （被験者S-A・S-Cの報告） スムーズにボール操作が開始できるように左手が下がらないようにしている。 （被験者S-Bの報告）
踏切動作	胸を前方に推し進めていくイメージを持ちながら、肩の力を抜き肩入れを行っている。（被験者S-A・S-Cの報告）

表5　他者観察報告

マニュアルトレーニング群

突っ込み動作
・ポールを下ろすタイミングとポール操作が上手く連携している（他者観察者A・B・Cの報告） ・ポール操作と左手の使い方が上達している（他者観察者A・Cの報告）
踏切動作
・ポールを押すために左手は上手く使えているが右手が低く腰が入っていない（他者観察者B・Cの報告）

オリジナルトレーニング群

・突っ込み動作
・感覚的にポール操作を行っているため自動化している（他者観察者A・Cの報告） ・タイミングをとっているが少しポール操作開始が遅くみえる（他者観察者B・Cの報告）
・踏切動作
・左手が潰れ完成された突っ込みではないが、右手の位置が高く腰が入っているため一概に悪く見えない。（他者観察者Aの報告）

コントロール群

・突っ込み動作
・ポール操作の意識が少なく、跳躍種目の基本である助走のスピードや力でポールを曲げるなど体力的な意識を見受けた（他者観察者A・Cの報告）
・踏切動作
・踏切でも肩帯に力が入っていて、動きが硬いため体力的要因で何とかしようしているのが見受けられる（他者観察者A・B・Cの報告）

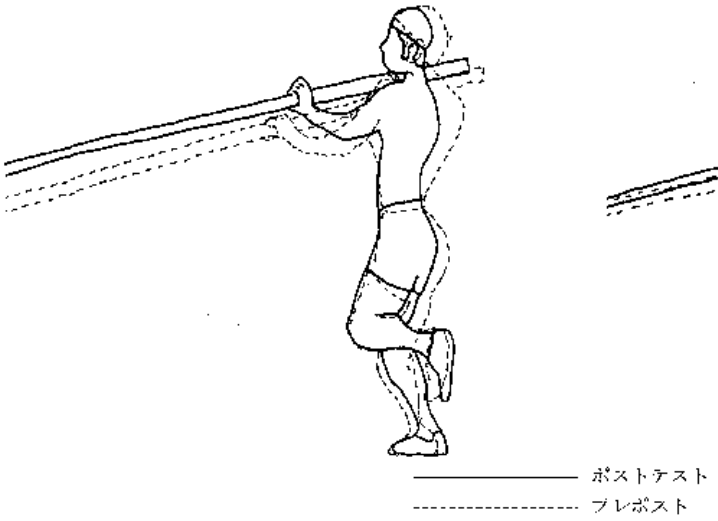
専門群

突っ込み動作
・過度の意識がなく余分な意識や力が入っていない、流れのある動きで流動性がある（他者観察者B・Cの報告） ・ポールの下すタイミングとポール操作開始がスムーズに出来ている（他者観察者A・B・Cの報告）
踏切動作
・力やポールを押す方向などを意識するのではなく肩から入っていくようなイメージを持っている（他者観察者A・Bの報告）

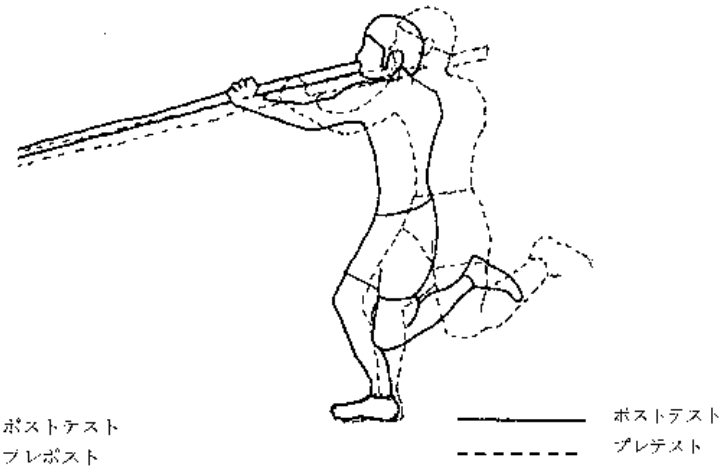
（1）突っ込み動作

図 20 は非専門群と専門群の動作比較図である。プレからポストにかけて、マニュアルトレーニング群の被験者 C（以下マニュアル C）、オリジナルトレーニング群の被験者 D（以下オリジナル D）に動きの変化がみられた。コントロール群の被験者 H（以下コントロール H）はプレからポストにかけて、変化がみられなかった。これら 3 群を専門群と比較したところ、マニュアル C、オリジナル D は、専門群に類似した動きがみられ、コントロール H は、類似した動きがみられなかった。マニュアル C、オリジナル D の自己観察報告において、両者ともに助走からボール操作への意識に変化がみられた。自己観察報告において、マニュアル C は、「ボール操作開始を早めることを意識したことで、タイミングがとりやすくなった。」との報告がある。他者観察報告においても「ボール操作のタイミングが、ボールを下ろしてくるタイミングと上手く調和されている動きになっている」と報告されている。運動の局面構造のカテゴリー[15] から考察すると、ボール操作開始を早めたことにより、助走局面から踏切局面への移行が早まり、踏切局面にて、ボックスにボールを突き刺すためのタイミングをとる動きを、効果的に遂行したと考えることができる。また、オリジナル D の自己観察報告において「助走のテンポに合わせてボール操作を開始している」との報告があった。他者観察報告においても「ボール操作が自動化していた」と報告されている。運動流動のカテゴリー[15]から、動きにカドがなく緊張と解緊がリズミカルに行われ、ボール操作がスムーズになったことから「運動質」の高い、ボール操作方法であると考えられる。これらのことにより、マニュアルトレーニング、オリジナルトレーニングともに、トレーニングの効果が示されたと考えられる。一方、コントロール H は、プレ、ポスト間での動きに変化がみられず、突っ込み動作での動きに、同一した動きがみられないことから、他者観察報告において「ボール操作への意識がみられないことから、動きに正確性が欠けている」と報告されている。すなわち、コントロール H は、自己観察報告において「助走を速く走る」との報告があることから、突っ込み動作では、ボール操作よりも助走を重視していると推察することができる。

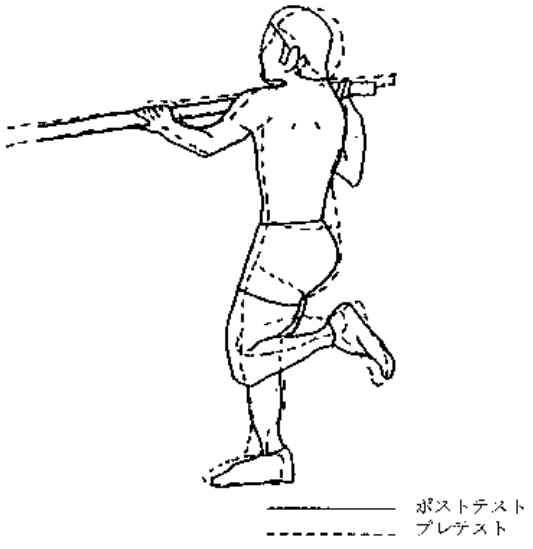
以上のことから、突っ込み動作では、ボール操作の開始を早めたマニュアルトレーニング、助走のテンポと合わせてボール操作を行うオリジナルトレーニング、ともに、ボール操作の進展がみられたことから、トレーニングの効果が示されたと考えられる。



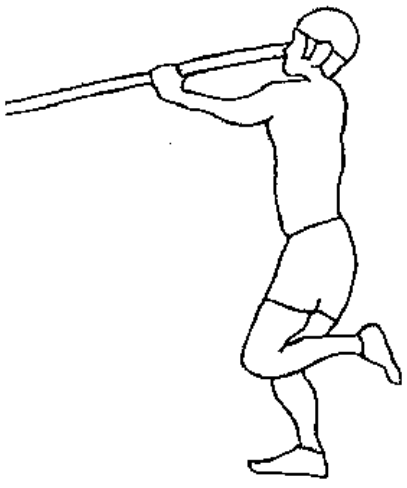
マニュアルトレーニング群（被験者 C）



オリジナルトレーニング群（被験者 D）



コントロール群（被験者 H）

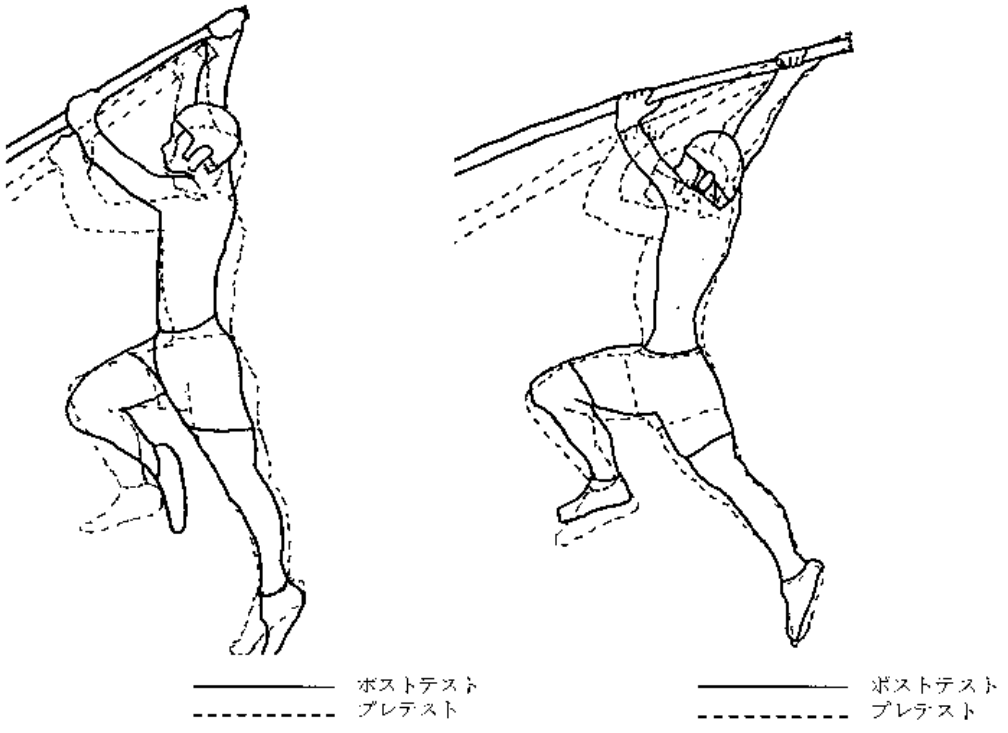


専門群（被験者 S-B）

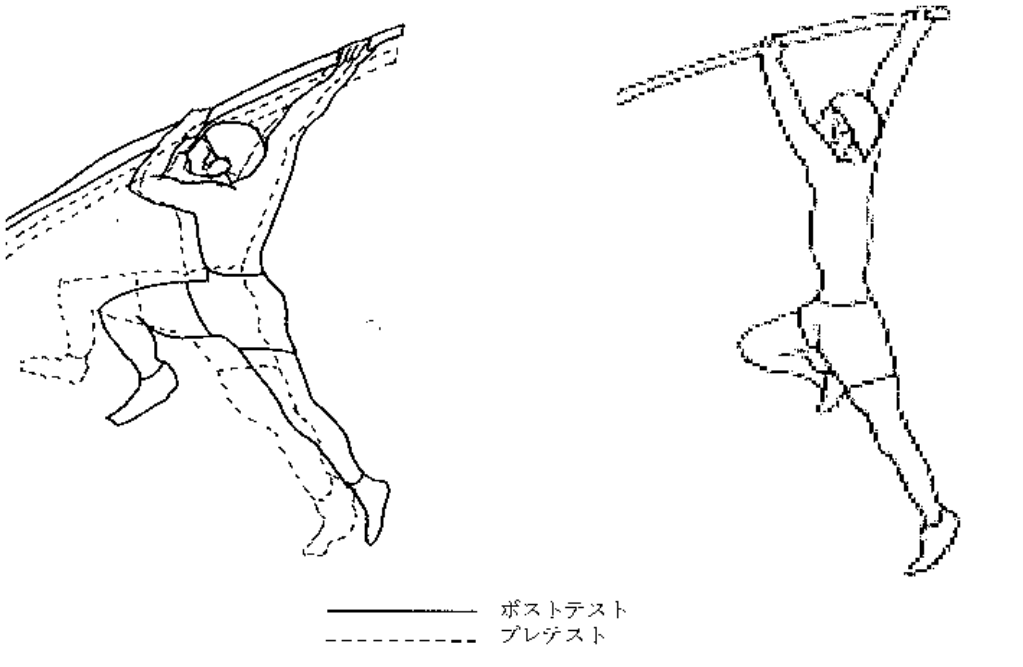
図 20　4 群の突っ込み動作比較図

（2）踏切動作

図 21 は非専門群と専門群の動作比較図である。プレからポストにかけて、マニュアルトレーニング群被験者 C（以下マニュアル C）・オリジナルトレーニング群（以下オリジナル D）に動きの変化がみられた。コントロール群（以下コントロール H）には、プレからポストにかけて、変化がみられなかった。これら、3 群を専門群と比較したところ、マニュアル C、オリジナル D に専門群と類似した動きがみられ、コントロール H には、類似した動きがみられなかった。また、マニュアル C、オリジナル D の自己観察報告において、プレでは、踏切動作に向けての意識がみられなかったが、ポストにかけてポール操作への意識に変化がみられた。マニュアル C の踏切動作では、他者観察報告において「左手は上手に使えているが、右手の位置が低い」と報告されている。マニュアル C は、自己観察報告においても、「左手がつぶれないように、しっかり肘を伸ばし」との報告していることから、ポール操作での左手の意識が踏切動作での動きに繋がっていることが考えられる。運動の先取りのカテゴリー[14]から考察すると、ポール操作の開始を早めたことにより、ポール操作を円滑にし、正確な形で踏み切ったことから左手が上手く使えたと推察することができる。しかし「右手の位置が低い」と報告をうけたのは、マニュアル C の踏切動作において、跳ぶという動作の基本である、「踏切り」の意識がなく、ポール操作のみに意識が向けられたためだと考えられる。一方、マニュアル D は、他者観察報告においては、右手が高い位置にあり、腰の入った踏切をしていると報告されている。自己観察報告において「右手を頭の上に出し、踏切動作と突っ込み動作を同時に行うようにする」と報告している。運動の伝導のカテゴリー[15]から考察すると、マニュアル C は、腕と脚を同調したことで「四肢から胴体」への力の伝わりがみられたことから、「運動質」の高いポール操作方法であると考えられる。しかし、専門群と比較したときに、左手の操作方法に差異がみられたことから、専門群の自己観察報告において「胸や肩で入っていく」といったイメージを持ち合わせる事も必要だと推察された。コントロール H は、突っ込み動作同様、踏切動作においても、プレ、ポスト間で変化がみられなかった。コントロール H は、自己観察報告において「力で押していく」と報告していることから、ポール操作よりもポールを力で押すことを重視していると推察される。以上のことから、ポストテストにおいて、左手の肘を曲げないように意識し、ポール操作を円滑に行うことで左手のポール操作方法に評価を受けたマニュアルトレーニングポール操作と踏切動作を同時に行うことで、右手の位置が高いと評価を受けたオリジナルトレーニングともに、トレーニングの効果が示されたと思われる。



マニュアルトレーニング群（被験者 C）　　オリジナルトレーニング群（被験者 D）

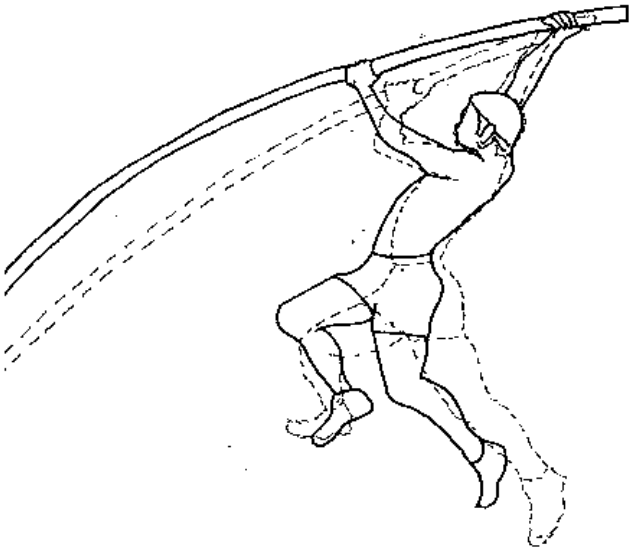


コントロール群（被験者 H）　　専門群（被験者 S-B）

図 21　4 群の踏切動作比較図

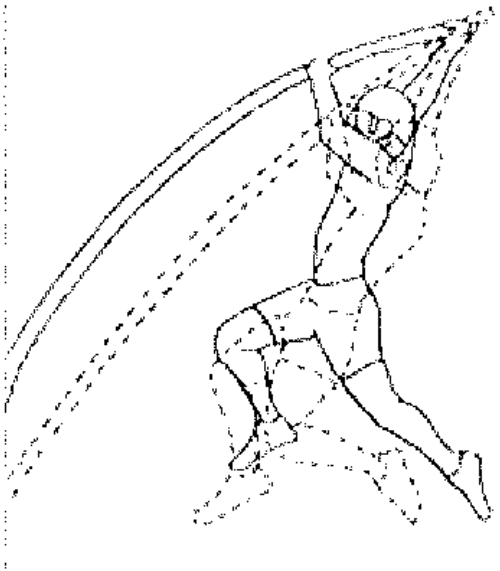
（3）ポール曲げ動作

図22は非専門群と専門群の動作比較図である。非専門群を専門群と比較したところ、各群に類似した動きはみられなかったが、プレからポストにかけて、非専門群全群に動きの変化がみられた。自己観察報告において、マニュアルトレーニング群の3人すべての被験者にポール曲げ動作の具体的な意識、イメージの報告はみられなかった。他者観察報告においても、踏切動作時に右手の位置が低いと報告をうけていることから、踏切動作時に左手のみに意識を向けるのではなく、両手に意識を向け、「踏切り」と同調した動きを行うことで、さらに円滑なポール操作の獲得につながると考えられる。一方、オリジナルトレーニング群の自己観察報告において、左手でポールを押せないとの報告がある。「左手でポールを押せない」ということは、ポールを起こすための力を伝えることができないものと推察される。そのため、専門群の自己観察報告にある「胸や肩で入っていく」といったイメージを強く意識する事で、さらに専門群の動きに近づくことができるのではないかと思われる。コントロール群は、自己観察報告において、踏切動作時の「ポールをさらに強く押す」と報告がある。他者観察報告においても「肩帯での力の入り方や一連の動きの硬さからも力でなんとかしようといった動きが見受けられる」と報告されている。このことは、コントロール群の被験者Hのポール操作は緊張と解緊の交替が不完全であると考えられる。ようするに、動物は、筋肉の収縮と弛緩によって関節が動き、運動が行われるが、踏切局面におけるポール操作において「力でなんとかしよう」といった動きは、緊張と解緊の交替が不完全になると考えられ、「力強く」「助走を速く」といった意識は、踏切局面におけるポール操作の運動リズムに支障をきたすものと考えられる。以上のことから、本研究のトレーニング方法では、ポール曲げ動作における動きの変化がみられなかったことから、マニュアルトレーング、オリジナルトレーニングともに、ポール曲げ動作でのトレーニングによる関連性が低いと推察される。



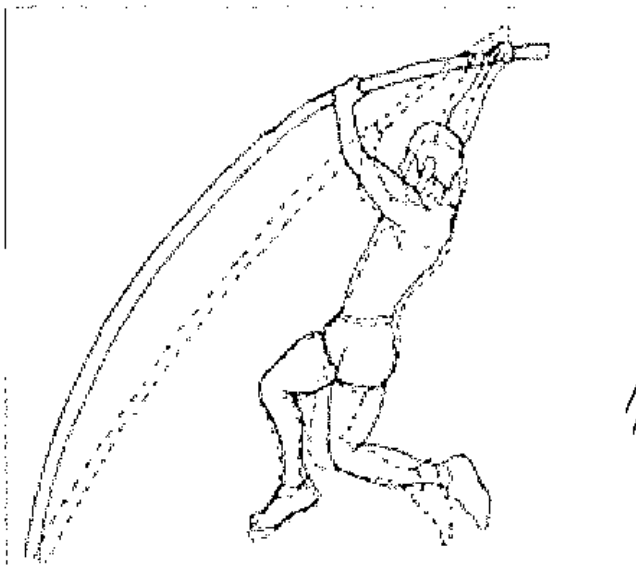
ポストテスト
プレテスト

マニュアルトレーニング群（被験者 C）



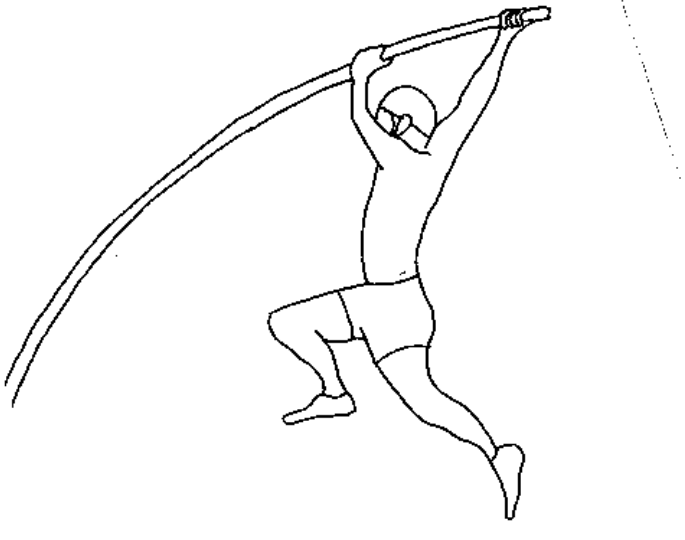
ポストテスト
プレテスト

オリジナルトレーニング群（被験者 D）



ポストテスト
プレテスト

コントロール群（被験者 H）



専門群（被験者 S-B）

図 22　4 群のポール曲げ動作比較図

第2節　踏切スピードの減速について

非専門群の踏切スピードの減速率について、専門群と比較し考察を行う。まず、各群のポストでの、踏切スピードの減速率は、マニュアルトレーニング群19.96%、オリジナルトレーニング群22.79%、コントロール群31.26%になる。専門群の踏切スピード減速率は、11.25%であった。非専門群のポストでの踏切スピード減速率を専門群と比較したところ、マニュアルトレーニング群がもっとも近い値を示したことから、マニュアルトレーニング群のポール操作トレーニングの有効性が伺われる。また、オリジナルトレーニング群も、踏切スピード減速率が22.79%であり、プレ、ポスト間で減速を抑えることができたため、ポール操作トレーニングの有効性が伺える。一方、コントロール群のプレ、ポスト間での、踏切スピード減速率に大きな変化がみられなかった。

武田ら[27]は、競技力と踏切足接地時から離地時までの踏切減速速度との間に高い正の相関が見られたことから、踏切接地から離地までの踏切減速速度の重要性を報告している。また、踏切足接地時から離地時までの踏切減速速度を抑えるためには、踏切局面におけるポール操作にて、ブレーキの少ない踏切につなげることが重要とされている。したがって、本研究における、ポール操作トレーニングは、プレ、ポスト間での、踏切足接地時から離地時までの踏切スピードの減速を抑え、動きにも変化をもたらしたことから、有効なトレーニングであると思われる。

さらに、効果量をCohen[1]水本・竹内[15]の手法で算出したところ、マニュアルトレーニング群は、4.02（効果大）、オリジナルトレーニング群は、3.42（効果大）と両群ともに高い数値を示し、トレーニング効果は大であった。一方、コントロール群は0.3（効果小）であった。以上のことから、日本陸上競技連盟の推奨するマニュアルトレーニングは、踏切スピードの減速率、効果量にてもっとも高い値を示したことから、初級者を指導する際には、効果的な指導方法だと思われる。本研究において、コントロール群に大きな変化が示されなかったことから、棒高跳においては、専門的なトレーニング指導を施さなければ技術的向上は望めないと考えられる。今後の研究課題としても踏切局面における、ポール操作だけでなく、他局面における各動作においての技術的向上の有効性について検討する必要があると考えられる。

第7章　結　論

本研究により、以下のことが示唆された。

1）日本陸上競技連盟が推奨するマニュアルトレーニングと近年、指導現場や陸上雑誌等でみられるオリジナルトレーニングの実験から、プレ、ポスト間で、踏切局面におけるボール操作に専門群の動作との類似点が数多くみられたことより、両トレーニングともに、有効なトレーニングであることが示された。

2）マニュアルトレーニング群は、オリジナルトレーニング群と比べ、無駄な動きが少なく、専門群と類似した動きが多くみられたことにより、マニュアルトレーニングが初級者に適していることが示唆された。

3）踏切スピードの減速率や効果量より、両群とも踏切局面のボール操作の技術指導としての有効性が示唆された。

以上のことから、マニュアルトレーニング、オリジナルトレーニング共に、トレーニング効果が確認され、ボール操作の技術指導としての有効性が示唆された。

第8章　要　約

本研究では、棒高跳の指導を専門的に受けていない者を対象に、日本陸上競技連盟が推奨する陸上競技指導教本に記載された棒高跳指導法と近年の指導現場や陸上競技雑誌などでみられる棒高跳指導法の異なるトレーニングを行い、トレーニングの有効性を明らかにすることを目的とした。

棒高跳の専門的な指導を受けていない十種競技専門競技者を棒高跳非専門群とし、日本陸上競技連盟が推奨するポール操作トレーニング法を指導する群(マニュアルトレーニング群)、近年の指導現場や陸上雑誌などでみられるポール操作トレーニング法を指導する群(オリジナルトレーニング群)、トレーニング指導を施さない群(コントロール群)の各群に棒高跳非専門群9名を3名ずつに分けた。また、棒高跳専門競技者を専門群とした。

トレーニングはポールワークを実験試技前に10本行い、その10本に対し細かい指導をほどこし、週1回8週行った。実験試技撮影は、全助走からポール曲げ動作までを3本行ってもらい、全ての試技を撮影した。そこから、踏切局面(突っ込み動作・踏切動作・ポール曲げ動作)におけるポール操作のプレ、ポスト間での動きの変化を、モルフォロギー的観点から自己観察報告と他者観察報告を踏まえ非専門群と専門群を比較し、考察を進めることとした。さらに踏切足接地時から踏切足離地時までの踏切スピードの減速を分析した。

トレーニング前後の動きの質の相違と踏切スピードの減速率の結果から以下の知見が得られた。

1）日本陸上競技連盟が推奨するマニュアルトレーニング、近年、指導現場や陸上競技雑誌等でみられるオリジナルトレーニングの実験から、プレ、ポスト間で、踏切局面におけるポール操作に専門群の動作との類似点が数多くみられた為、有効なトレーニングである。

2）踏切スピードの減速量のプレ、ポスト間で比較を行った。効果量「Effect size」の観点から算出を行った結果、両群とも大きな効果量を示した。また、オリジナルトレーニング群よりもマニュアルトレーニング群の方が大きな値を示した。

これらのことから、日本陸上連盟が推奨する踏切局面におけるポール操作トレーニング方法は棒高跳初級者に施すトレーニング方法として有効な指導方法であることが示唆された。また、近年の指導現場などでみられるポール操作トレーニング方法にもトレーニングの効果が示されたが、ポール操作における意識の向け方が複雑なため、日本陸上連盟が推奨するトレーニングに比べ習得難易度が高いと思われる。したがって、日本陸上連盟が推

奨する踏切局面におけるボール操作トレーニング方法で基本的な動作を習得した後に、近年の指導現場などでみられるボール操作トレーニング方法を習得することで、さらなる技術獲得につなげられると推察される。

謝　辞

本論文の作成にあたり、多大なご指導、ご支援をいただいた指導教官の青木和浩准教授、並びに審査をしていただいた加納實教授、柳谷登志雄准教授に厚くお礼申しあげます。

また、本論文の作成に際し貴重なアドバイスをいただいた伊藤政男名誉教授、中丸信吾先生、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科博士前期課程の体力トレーニング研究室の木村友哉研究員、廣瀬健一研究員、被験者の皆様に心から感謝の意を表します。

引用文献

1) Cohen, J.(1992).A power primer. Phychological Bulletin 112, p155-159.

2) Falk Schade.（2004).Adamantions Arampatzis Gert-Peter Bruggemann A new way of looking at the biomechanics of the pole vault New Studies in Athletics No.3, p33-42.

3) 淵本隆文, 高松潤二, 阿江通良(1992). 棒高跳の動作学的・力学的分析, 世界一流陸上競技者の技術（第３回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究班報告書）, 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班, 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良（監修）, ベースボールマガジン社, p193-204.

4) 淵本隆文, 高松潤二, 阿江通良(1994) . 棒高跳の動作学的力学的分析, ベースボールマガジン社. 東京, p193-204.

5) 船津哲史(2011). 陸上競技マガジン ベースボール・マガジン社, p170.

6) 柿崎繁信, 湯浅景元(2005). 棒高跳びにおける“抜き”の高さに影響を及ぼす要因, 中央大学体育学論叢, 46 号, p45-57.

7) 金子明友(1996). 技の発展におけるモルフォロギー的一考察, 日本体操協会研究部報, 10 号

8) 金子明友(1971). 体操競技, 講談社, 東京, p168-169.

9) 金子公宥, 伊藤章, 淵本隆文(1990). 棒高跳成績に及ぼすバイオメカニクス的要因について(89' TOTO 国際スーパー陸上競技大会参加選手の試技から), (財)日本陸上競技連盟強化本部技術・研究部, 技術トレーニングに関する測定・調査報告, p25-34.

10) 鹿島丈博, 原田睦巳, 伊藤政男(2007). 平行棒における「棒下宙返り倒立」の技術に関するモルフォロギー的一考察, 体操競技・器械運動研究, 15 号, p31-41.

11) 小林史明, 黒須雅弘, 下嶽真一郎, 水野増彦, 石井隆士, 菅原勲(2009). 棒高跳の技術的ドリルにおける突っ込み動作と踏切動作の特徴, 陸上競技研究, 77 号, p17-p23.

12) 木越清信, 小林史明, 下嶽進一郎（2007）. 棒高跳におけるグリップ高に影響を及ぼす技術的要因－日本一人競技者はグリップ高を高めるために何をすべきか－陸上競技学会誌, 6 特集号, p84-94.

13) 木島大輔, 山西哲郎(2004). 棒高跳びの局面構造に関する実践学的研究, 日本体育学会大会号, 55 号, p477.

14) Meinel, K. (1958). Arbeitsmotorik und sport-liche Motorik. In, , Korpererziehung,

Hwft2 (Beilage).

15) Meinel, K. (1981). マイネル・スポーツ運動学, 金子明友訳, 大修館書店

16) 水本篤, 竹内理 (2008). 研究論文における効果量の報告のために-基本的概念と注意点-, 英語教育研究 31, p57-66.

17) 梨田裕紀, 大島成通, 竹上洋史, 大槻敦巳. (2009). 棒高跳び身体運動とポール特性の最適化, ジョイント・シンポジウム講演論文集, p436-441.

18) 財団法人 日本陸上競技連盟 (1988). 陸上競技教本 大修館書店, p127-128.

19) 澤野大地, 本道慎吾, 田端健児 (2008). 棒高跳の踏切動作に関する研究--身体重心の速度変化を中心に, 陸上競技研究. (1), p22-31.

20) Stebun, R. E. (1970). A cinematographic study of selective factors in the Pole Vault The Res. Quart. 41, p95-104.

21) 高松潤二(1992). 阿江道良世界一流棒高跳選手の技術のバイオメカニクス的分析日本体育学会大会号. (43A), p392 .

22) 高松潤二, 阿江道良, 藤井範久(2000). 棒高跳におけるボルターとポール間の力学的エネルギーの伝達, Jpn J Biomech Sports. EX-erc 4. (2), p108-115.

23) 高松潤二(1997). 高跳に関するバイオメカニクス的研究ー最大重心高増大のための技術的要因ー, 陸上競技研究紀要 2 号, p65-73.

24) 武田理, 小山宏之, 吉原礼, 阿江通良(2007). ネルギー率変換からみた男子棒高跳選手の跳躍技術に関するバイオメカニクス的分析, 陸上競技研究紀要, Vol. 3, p16-23.

25) 武田理, 小山宏之, 村木有也, 吉原礼, 阿江通良(2007). 録水準の異なる男子棒高跳選手の跳躍動作に関するバイオメカニクス的分析, 陸上競技研究紀要 Vol. 3, p123-126.

26) 武田理, 村木有也, 小山宏之, 阿江通良(2005). 身体重心速度およびポール湾曲度からみた男子棒高跳選手のバイオメカニクス的分析, 陸上競技研究紀要 1 号, p30-35.

27) 田尻隆伸(2001). 陸上競技マガジン ベースボール・マガジン社, p219.

28) 冨田洋之, 原田睦巳, 伊藤政男(2007). 平行棒における「ベーレ」の技術に関するモルフォロギー的 考察, 体操競技器械運動研究, 15 号, p21-30.

29) 丹後俊郎 (1998). 統計学のセンス. 朝倉書店, 東京, p123.

30) USA Track &Field. (全米陸上競技連盟). 編集 澤村 博, 澤木 啓祐, 尾縣 貢, 青山 清英, 監訳(2004). コーチングマニュアル. USA Track&Field coaching manual.

出版芸術社, p100-114.

31) 渡邊　將司, 河合　郁儀, 北川　亘, 加藤　満(2009). 片足で行うボックスドロップジャンプトレーニングの有効性. 陸上競技研究 76 , No. 1, p45-51 .

32) 安田　短明(1997). ポールの材質による棒高跳び記録の変遷, 日本機械学会 vol. 1 100 No, 974.

33) 吉原礼, 武田理, 小山宏之, 阿江通良(2006). 女子棒高跳選手の跳躍動作のバイオメカニクス的分析. 陸上競技研究紀要, 2 巻, Vol. 2, p58-64.

英文要約

Abstract

A study of pole operation movement during take-off phase in the pole vault.

The purpose of study was to examine the effect of the pole operation training for the pole operation movements. Three male collegiate pole vaulters with manual pole operation training performed during 8 weeks (MT group). Other three male collegiate pole vaulters with original pole operation training performed during 8 weeks (OT group). And three collegiate pole vaulters with non-experimental training make a comparative study. Furthermore elite three male pole vaulters make a perfect pole operation group regard from "morphological" point.

Result of this research:

1) Viewed from morphological point, in both groups (MT and OT) made analogies compared with elite pole vaulter's pole operation movements.

2) Viewed from morphological point, manual pole operation training was more effective training than original pole operation training for beginner pole vaulters.

3) After training, the take-off phase speed decreased in both groups. Viewed from "Effect size", speed decrease value compared before and after had large effect in both groups.

From these results, it was suggested that it was useful train in both groups (MT and OT) for development of pole operation technique.

研究資料

実験説明書

本書は陸上競技の種目の一つである棒高跳について技術的指導の有効性を図るための本研究の趣旨及び内容を説明したものです。内容を理解し、被験者として協力が可能な場合には、同意書に署名してください。

題目： 棒高跳の踏切局面から突っ込み局面におけるポール操作に関する研究

目的： ポール操作の技術指導の有効性を目的とする。

内容： 踏切局面から突っ込み局面におけるポール操作の技術習得過程の追跡

ポールワーク（ポール操作の基礎練習）10本

跳躍　試技3本

試技終了後内政報告

情報： 本実験において得られたデータ及び個人データは、修士論文作成に使用し、営利目的等でのデータ利用はいたしません。

備考： 怪我をしている被験者に関しては、状態をみて行ってもらう。また、被験者の意思によりいつでも実験への参加を中止できる。

順天堂大学大学院

スポーツ健康科学研究科

指導教員　青木 和浩

河波　陽一

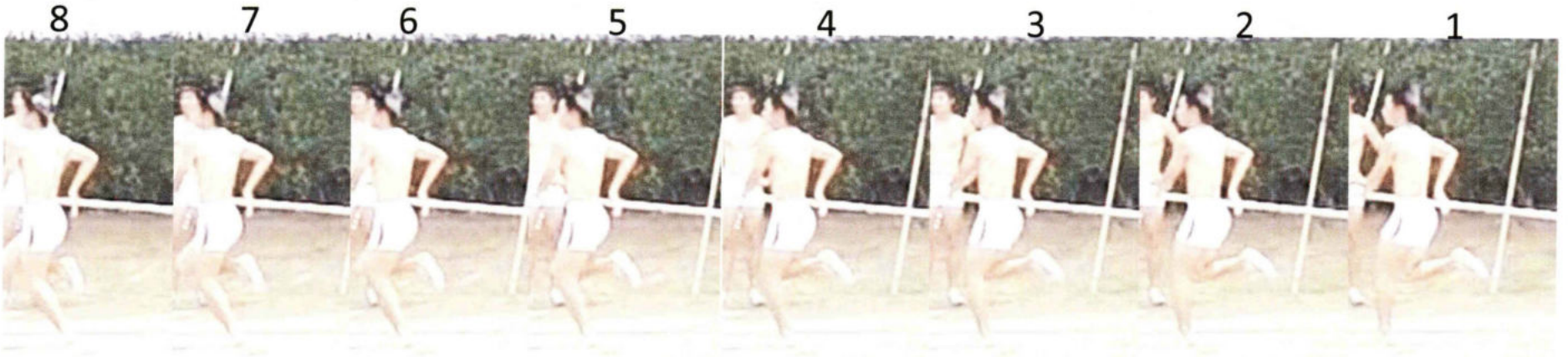
同 意 書

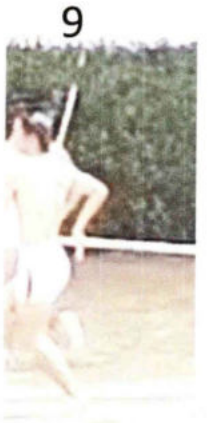
2012年　　月　　日

私は本研究内容を十分に理解し、被験者として協力することに同意します。

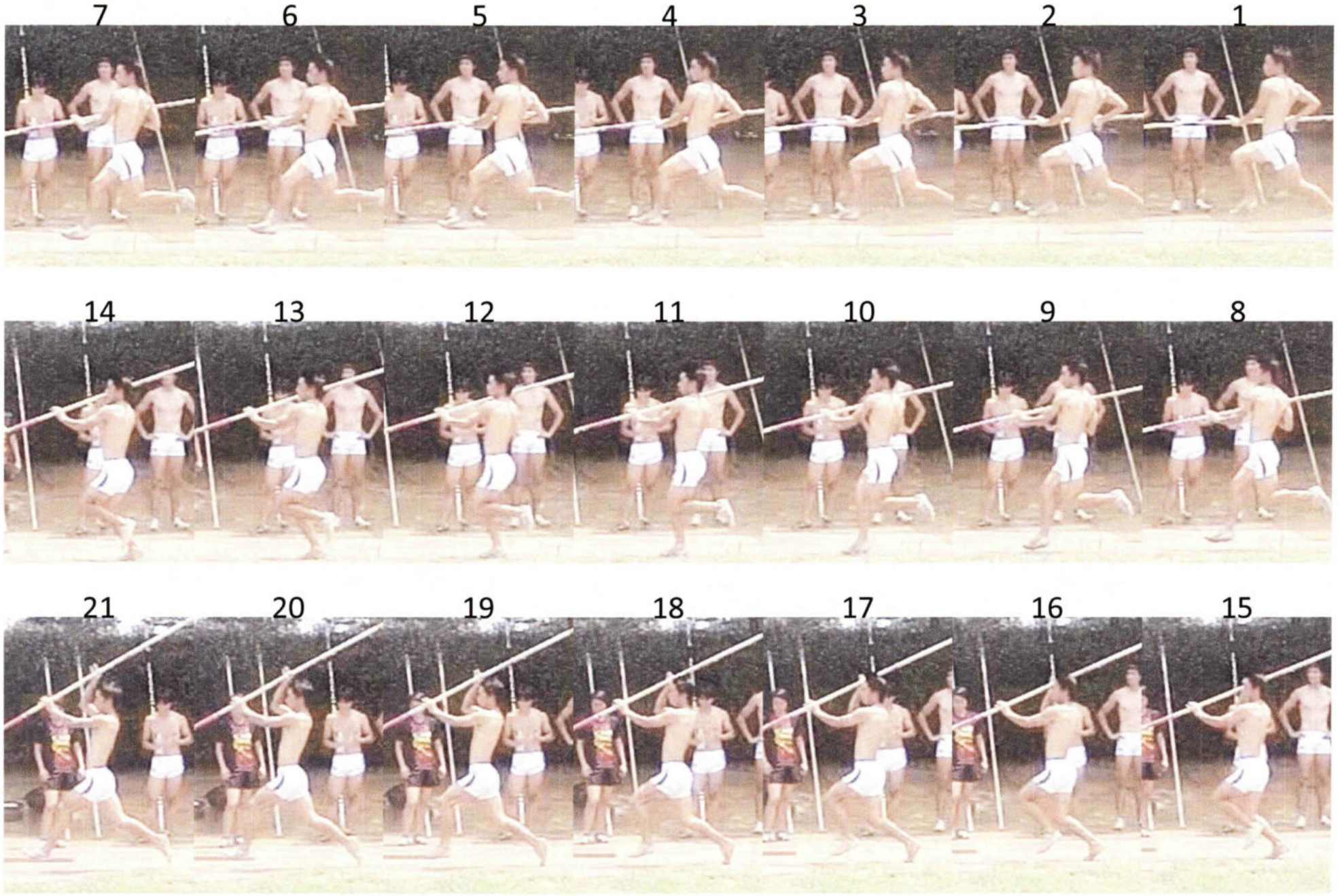
氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

各群代表被験者
プレ、ポスト連続写真

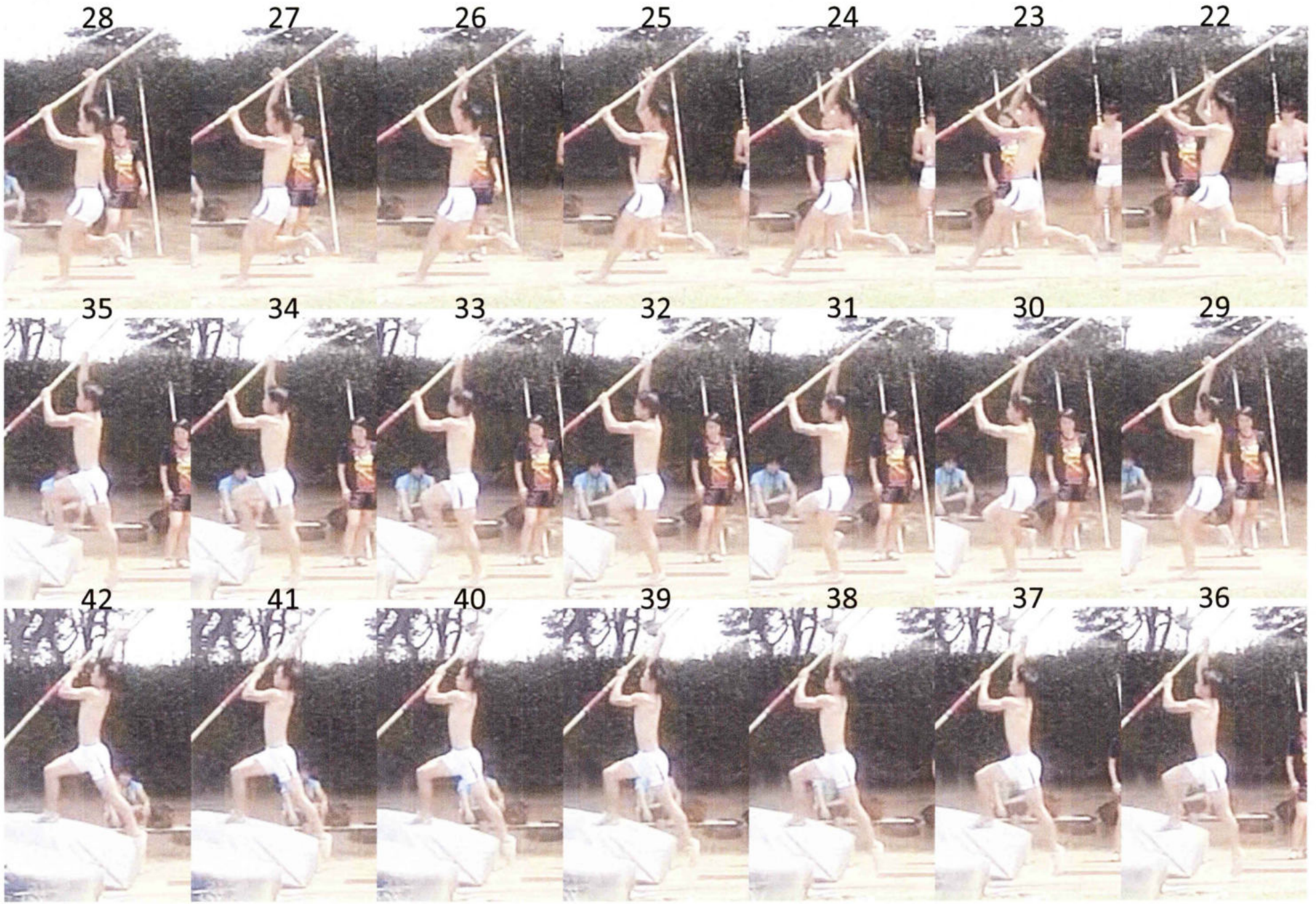


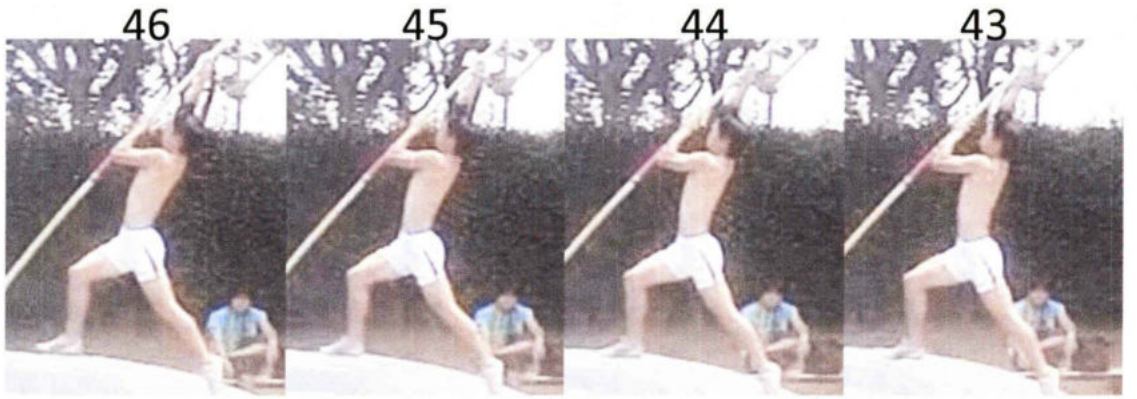


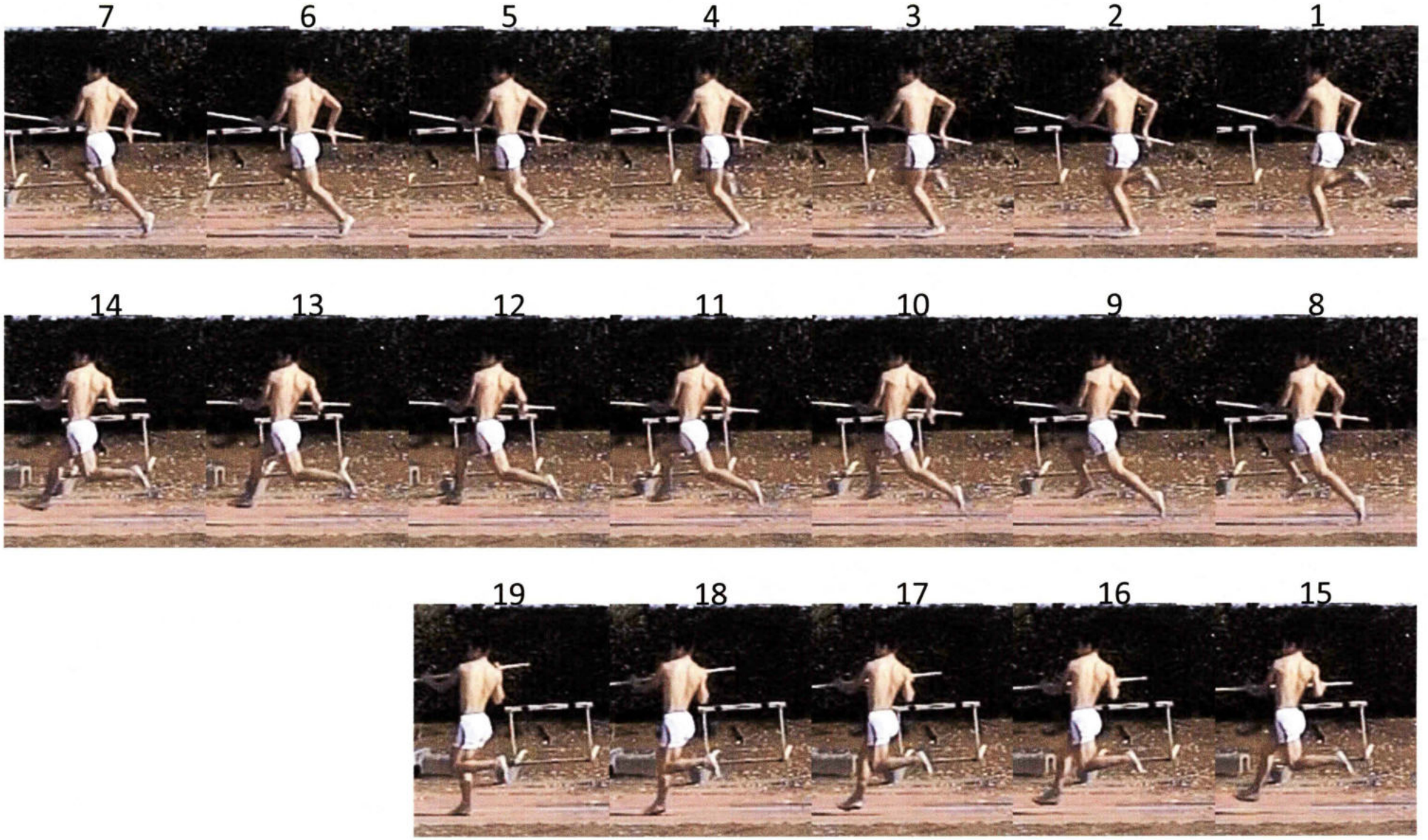
マニュアルトレーニング群　被験者C　pre　カメラA



マニュアルトレーニング群　被験者B　pre　カメラB


28
27
26
25
24
23
22
35
34
33
32
31
30
29
42
41
40
39
38
37
36

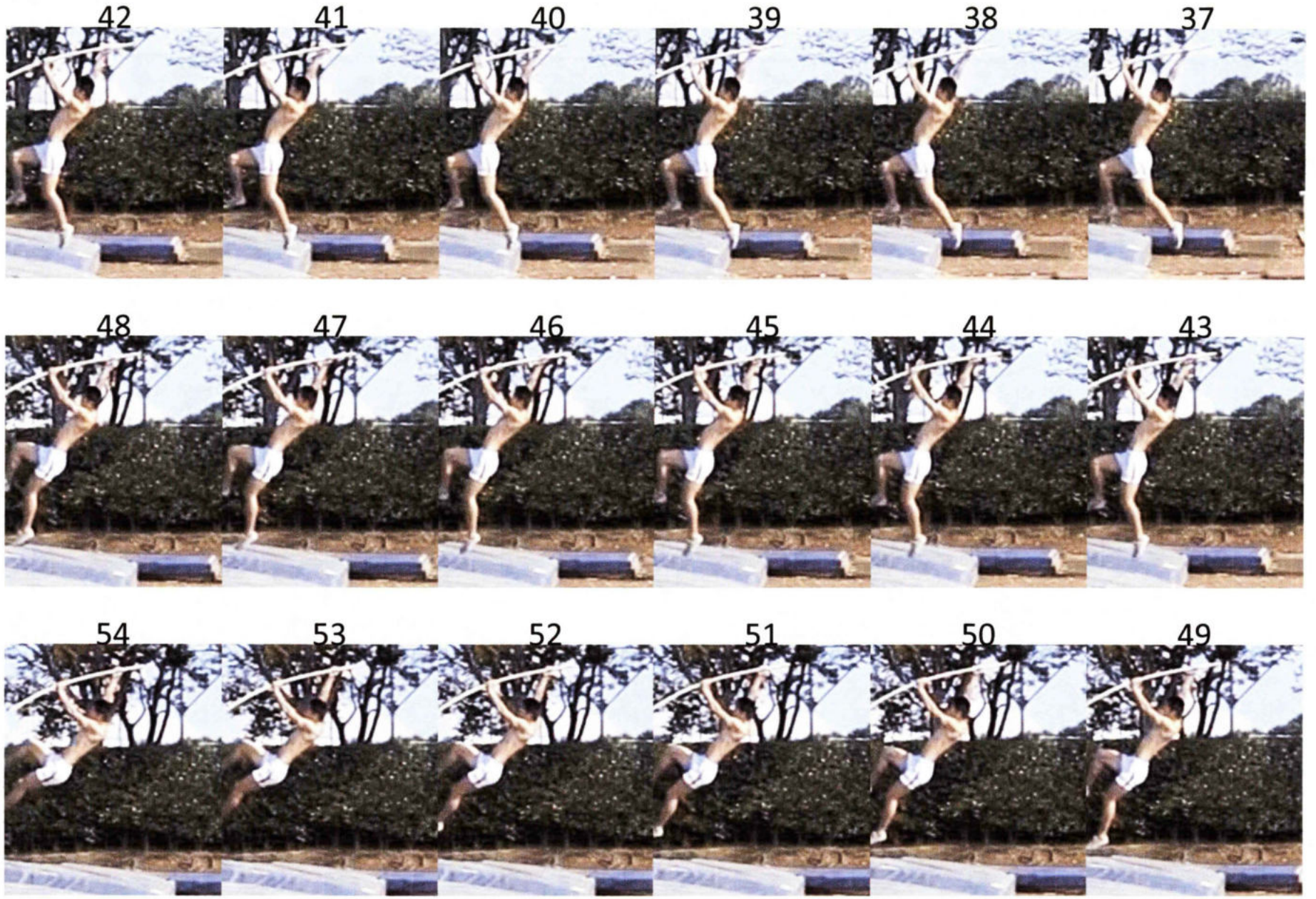

46
45
44
43

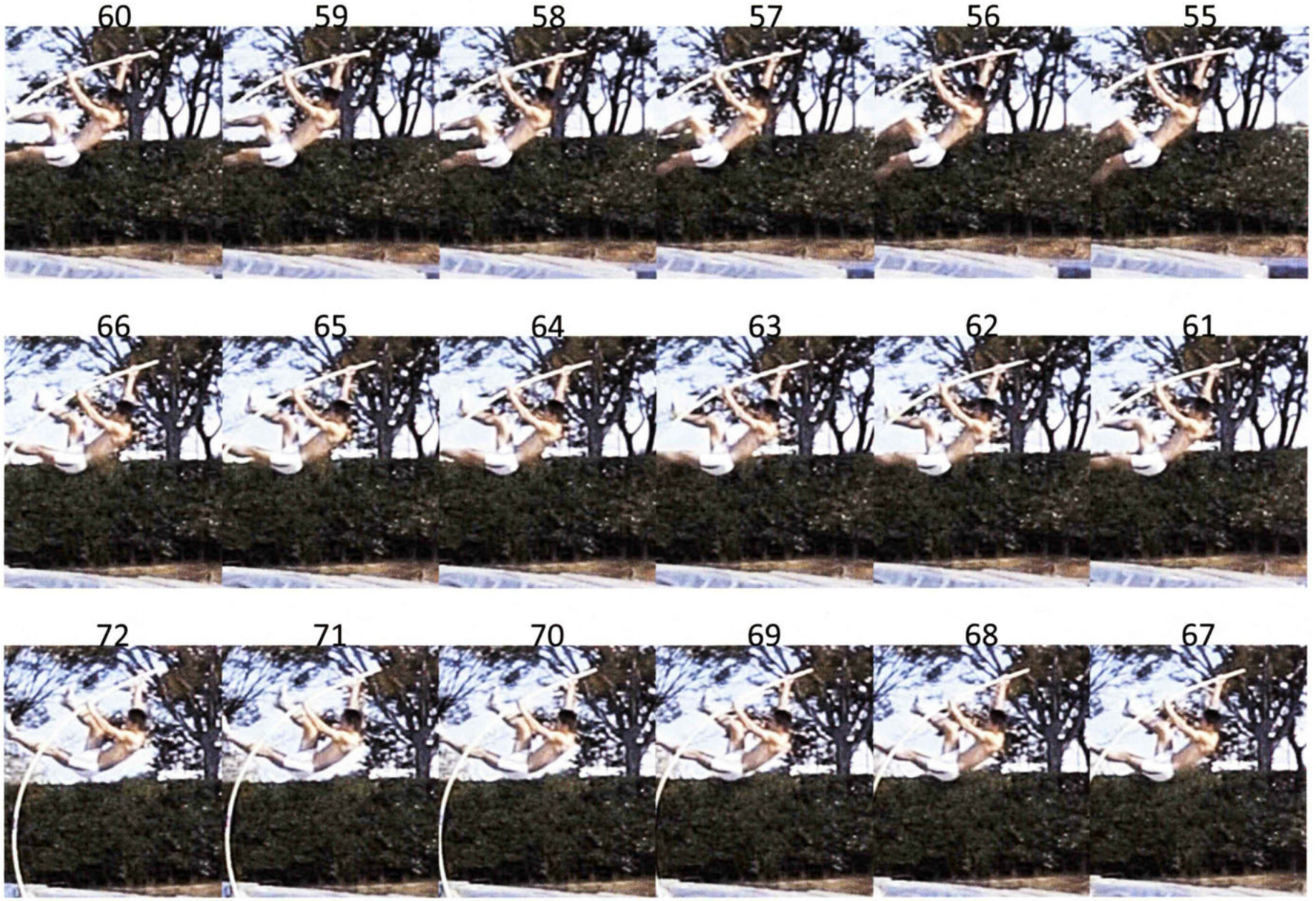


マニュアルトレーニング群　被験者C　post　カメラA

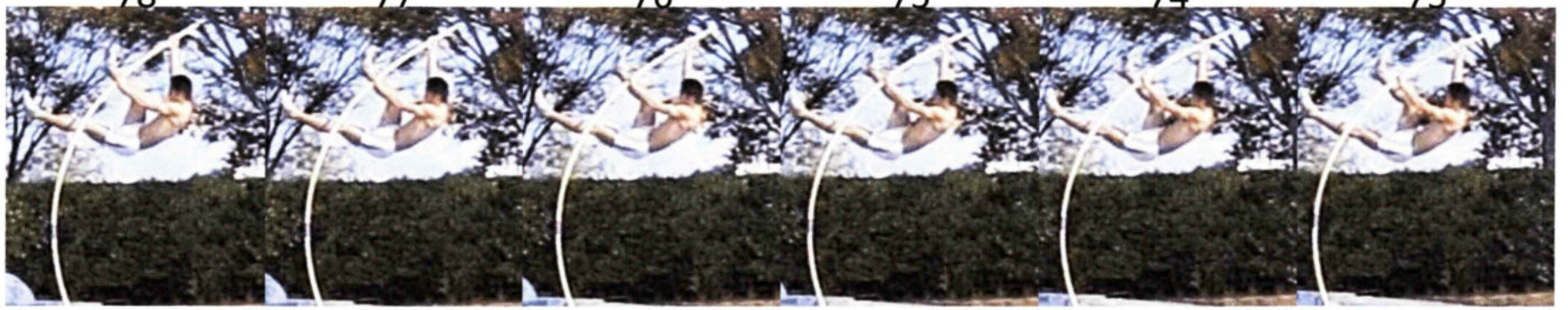
マニュアルトレーニング群　被験者C　post　カメラB

24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25
36
35
34
33
32
31

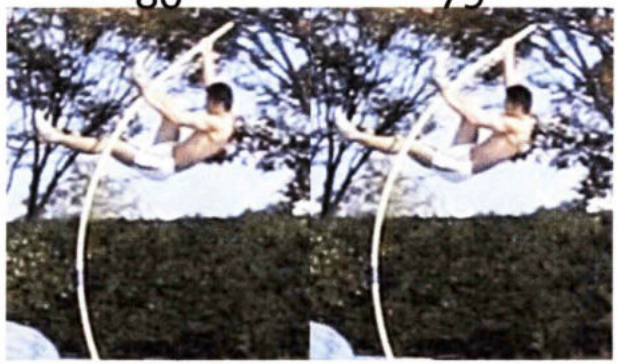

42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43
54
53
52
51
50
49


60
59
58
57
56
55
66
65
64
63
62
61
72
71
70
69
68
67

78 77 76 75 74 73

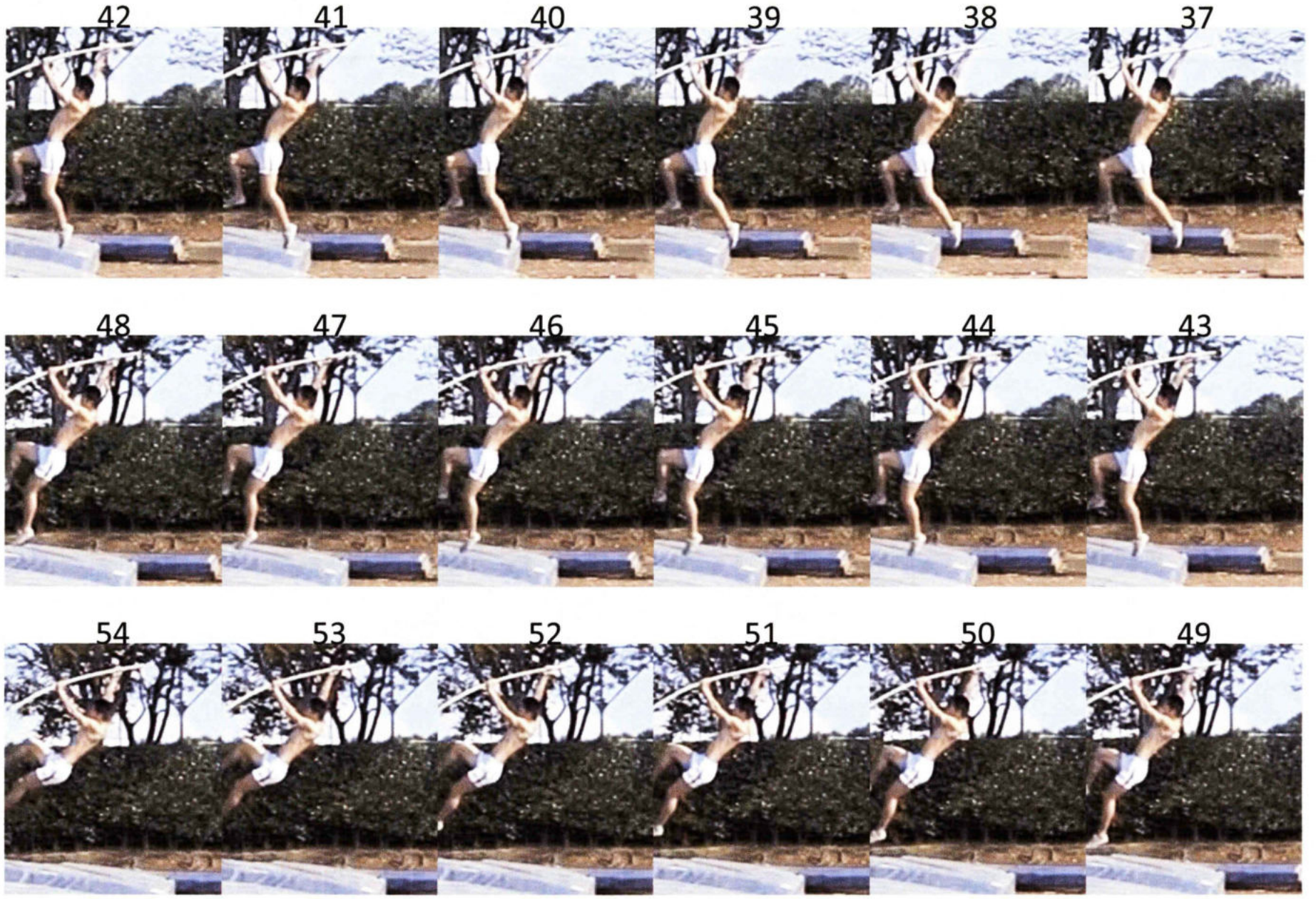


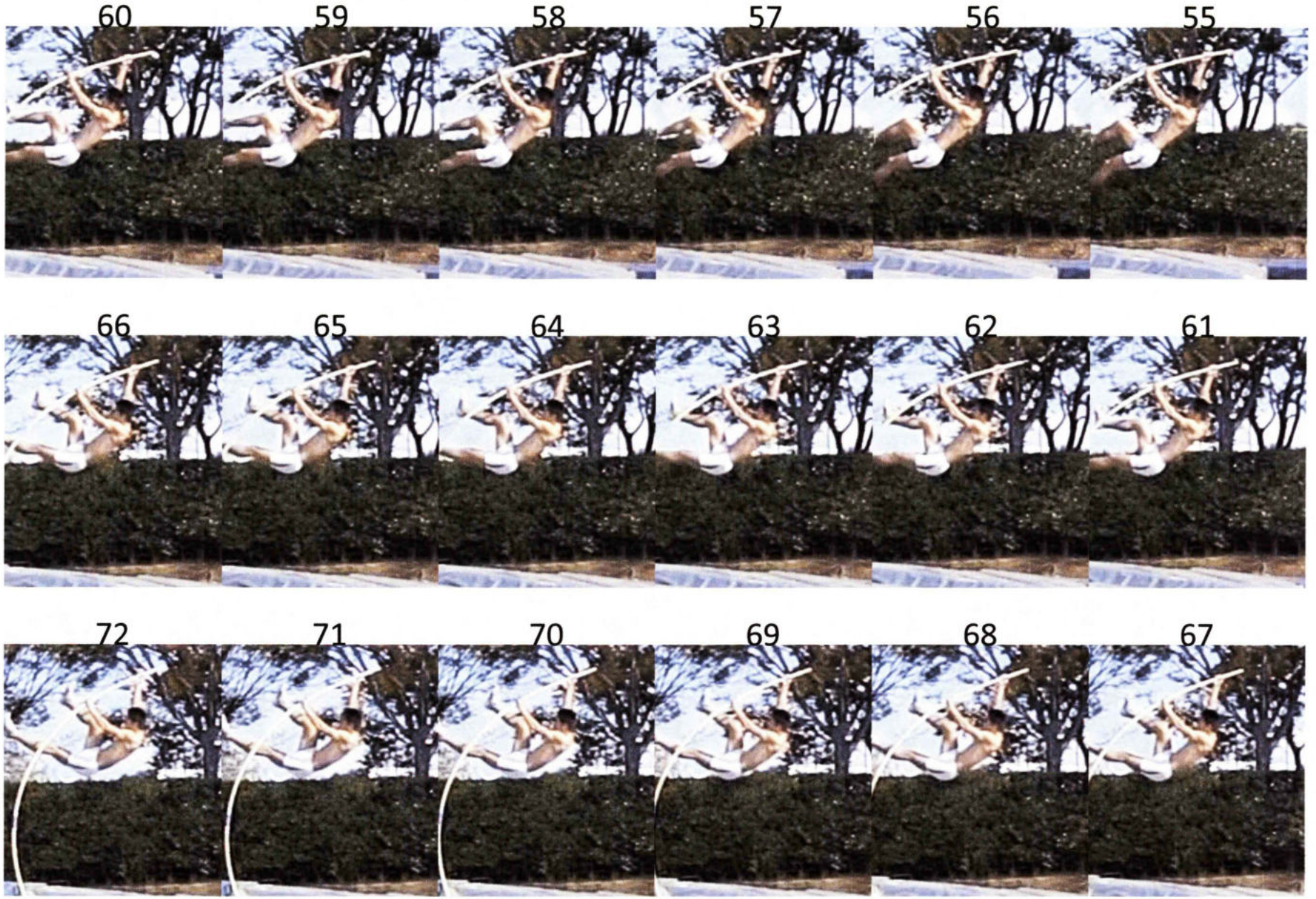
80 79



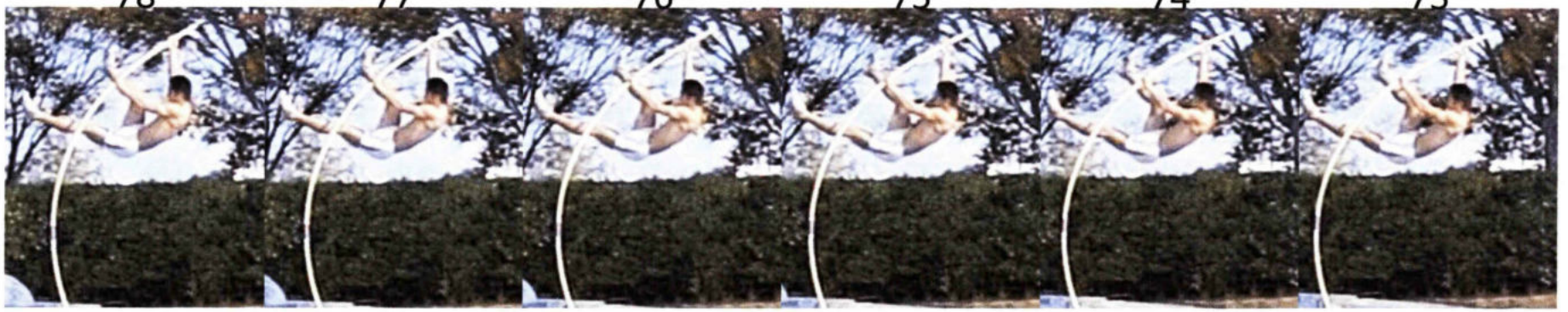
マニュアルトレーニング群　被験者C　post　カメラB

24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25
36
35
34
33
32
31

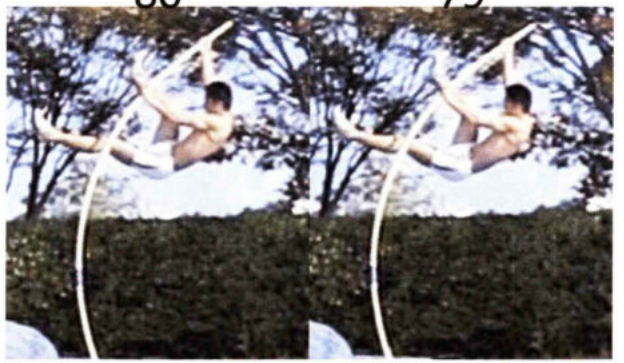

42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43
54
53
52
51
50
49

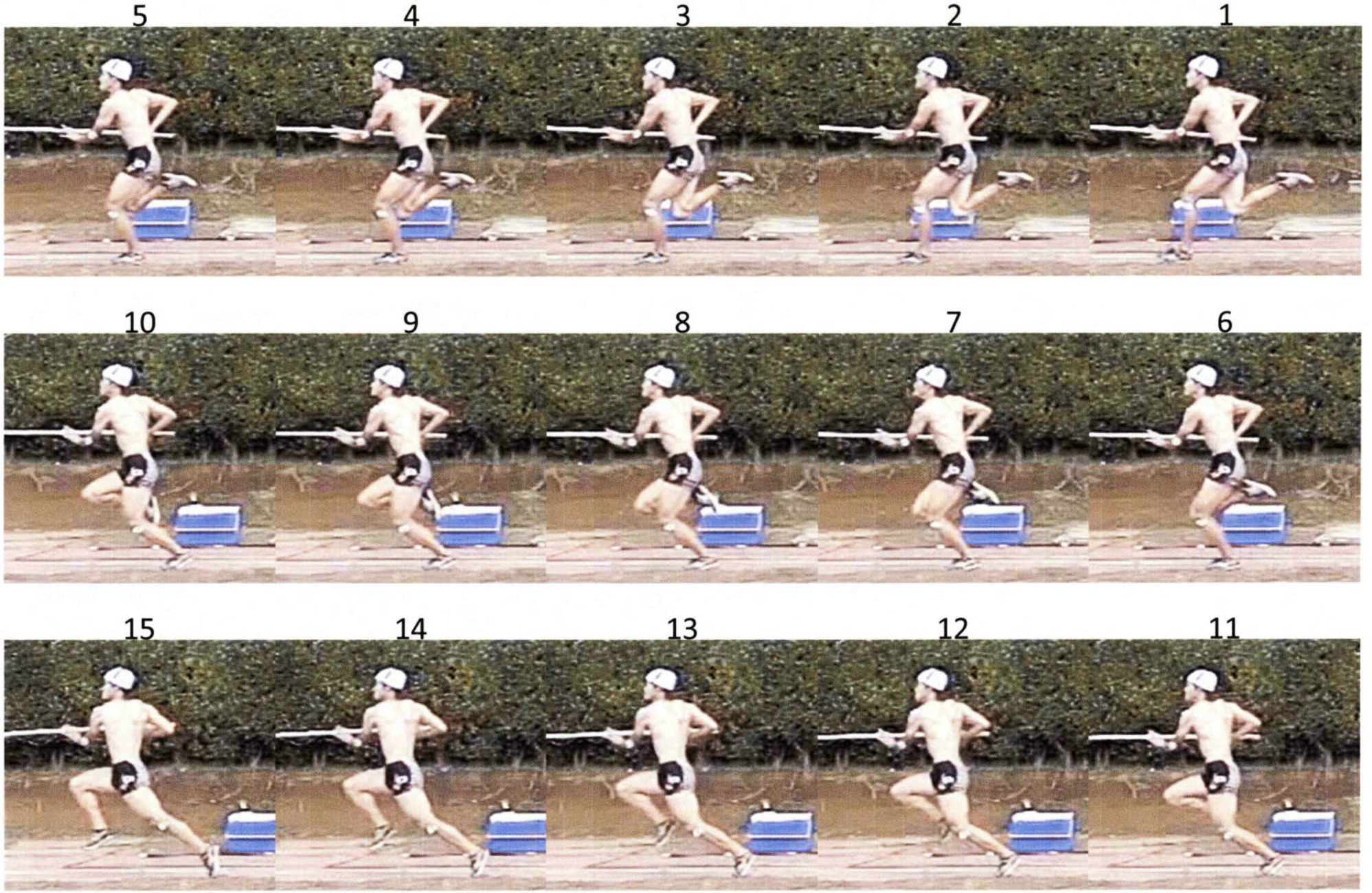

60
59
58
57
56
55
66
65
64
63
62
61
72
71
70
69
68
67

78 77 76 75 74 73



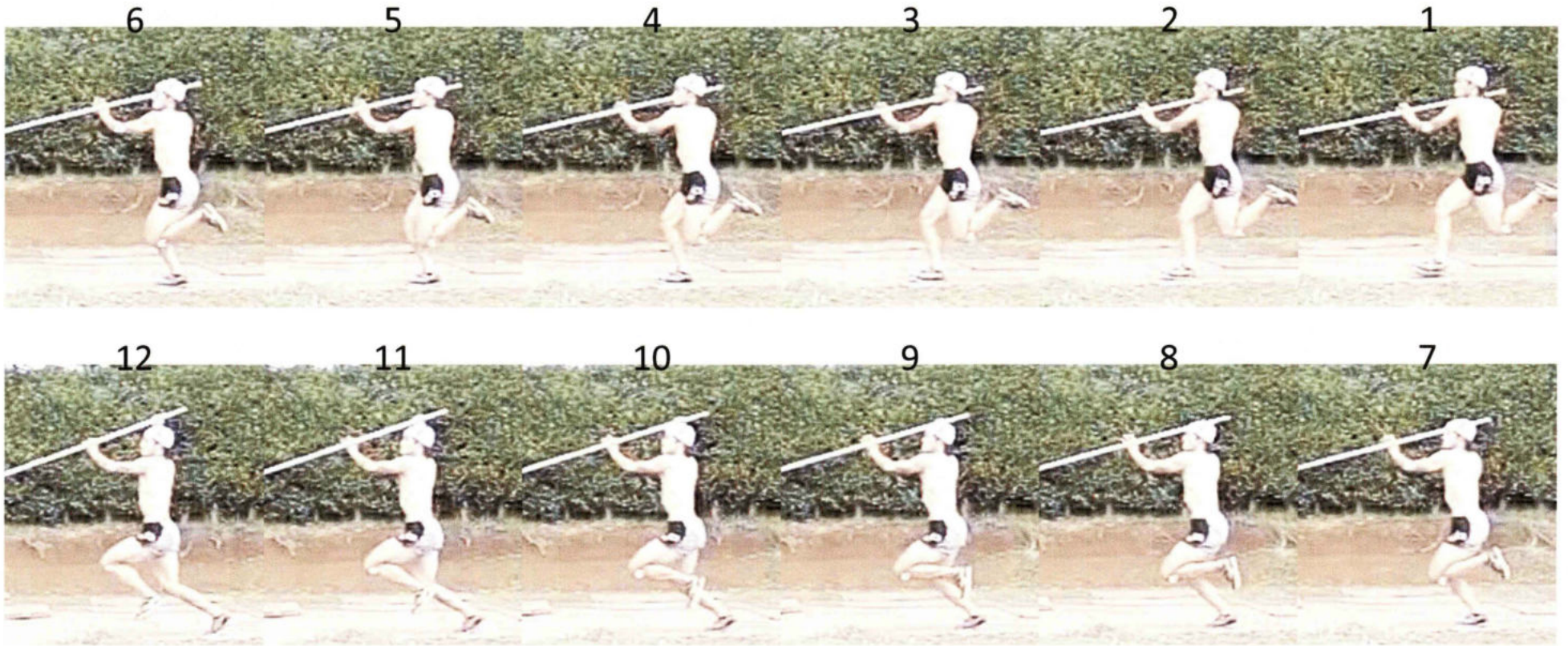
80 79





オリジナルトレーニング群　被験者D　pre　カメラA

20 19 18 17 16

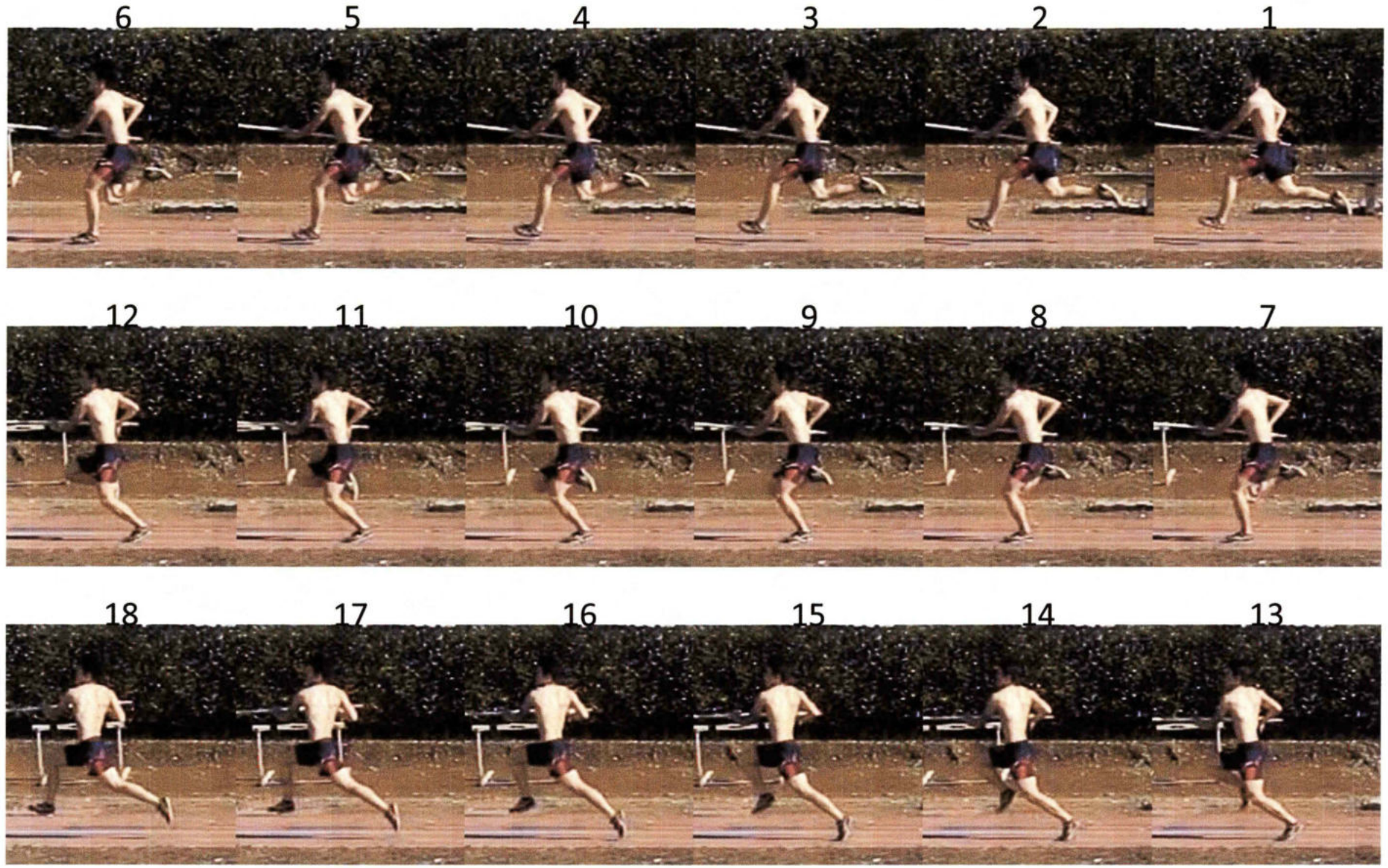


オリジナルトレーニング群　被験者D　pre　カメラB

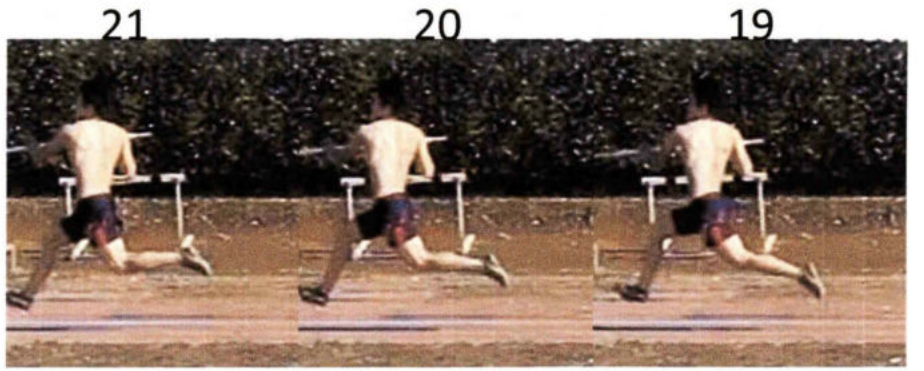
24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25

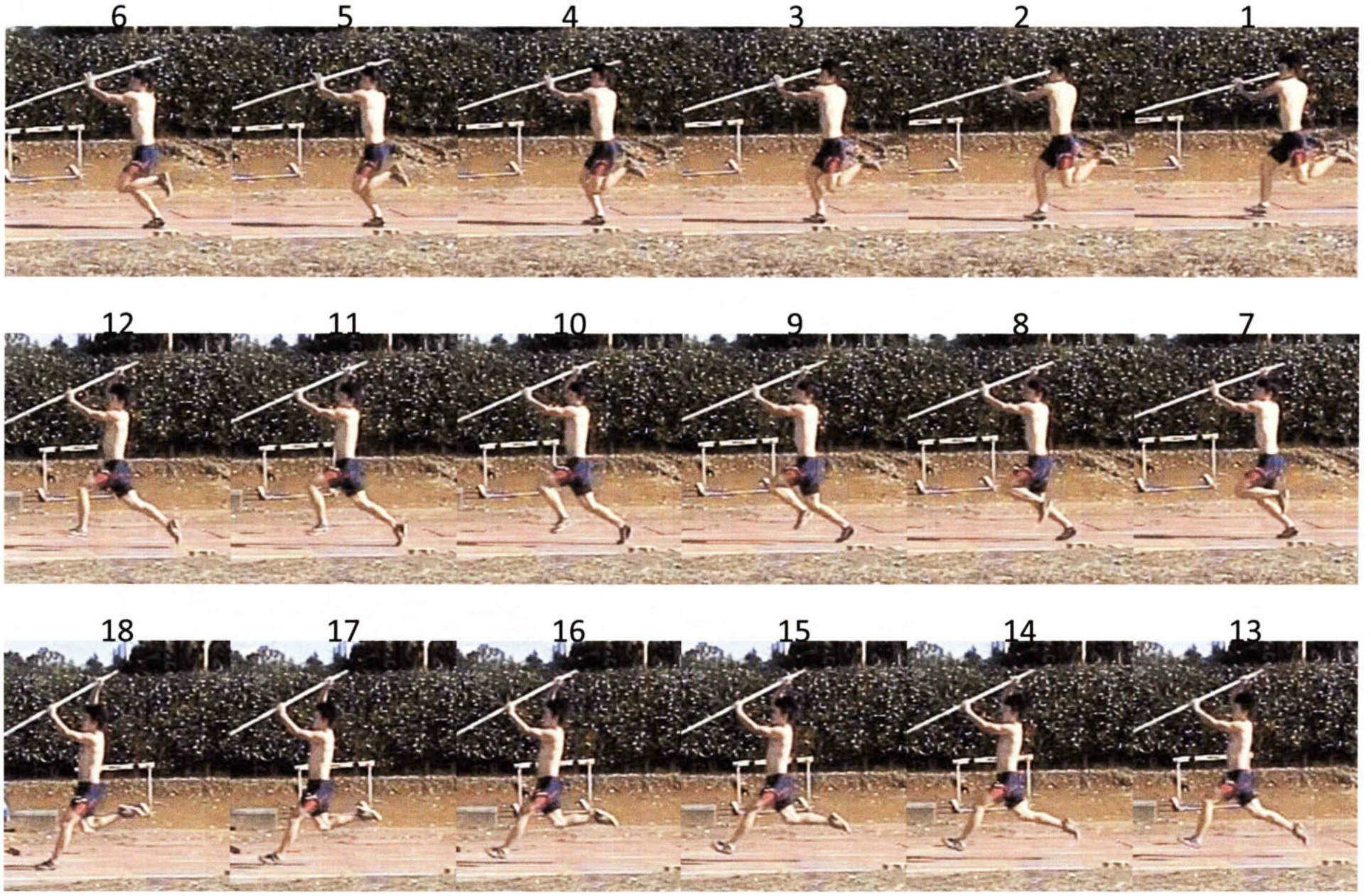
36
35
34
33
32
31
42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43

54
53
52
51
50
49
60
59
58
57
56
55
66
65
64
63
62
61

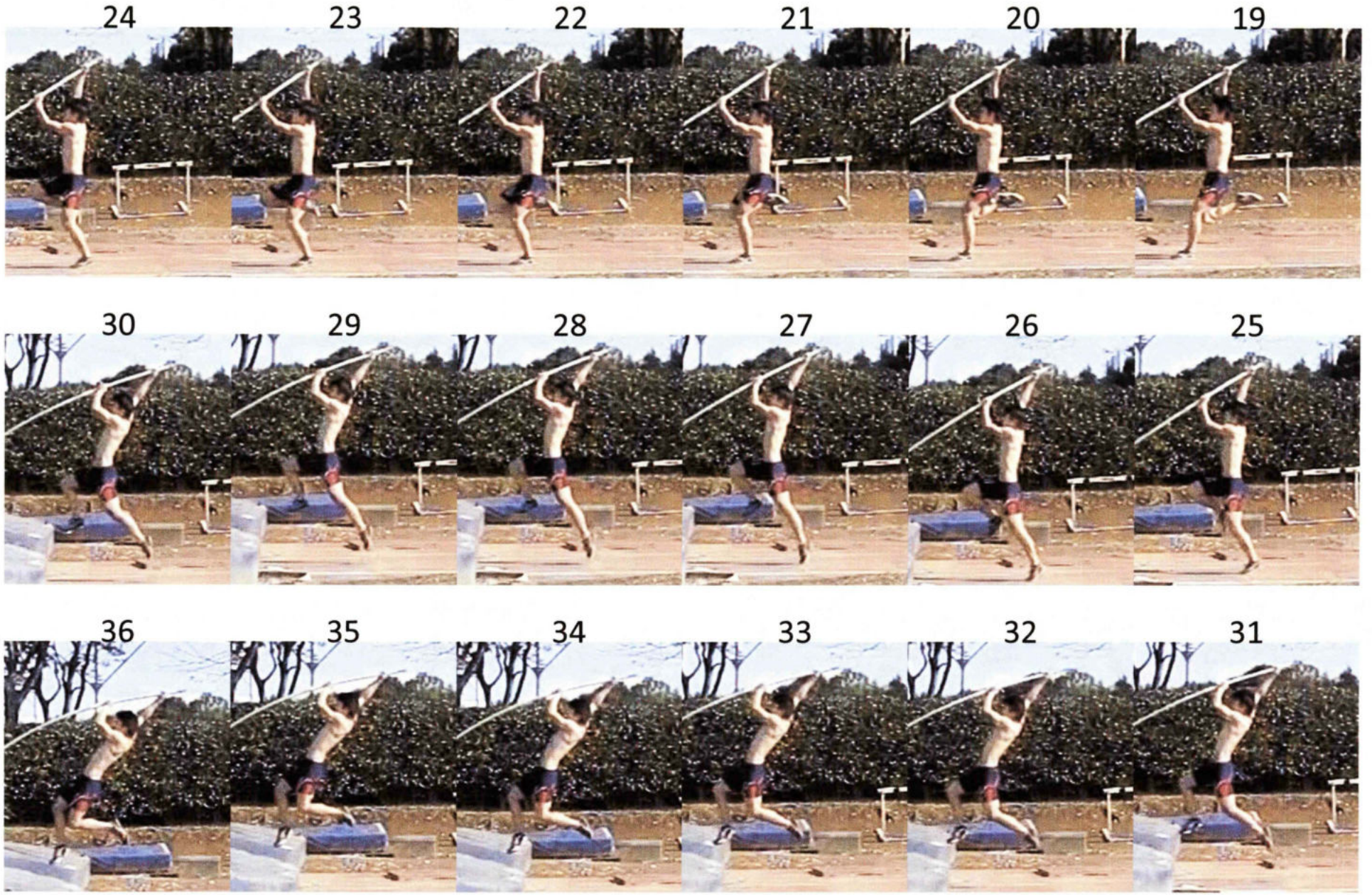


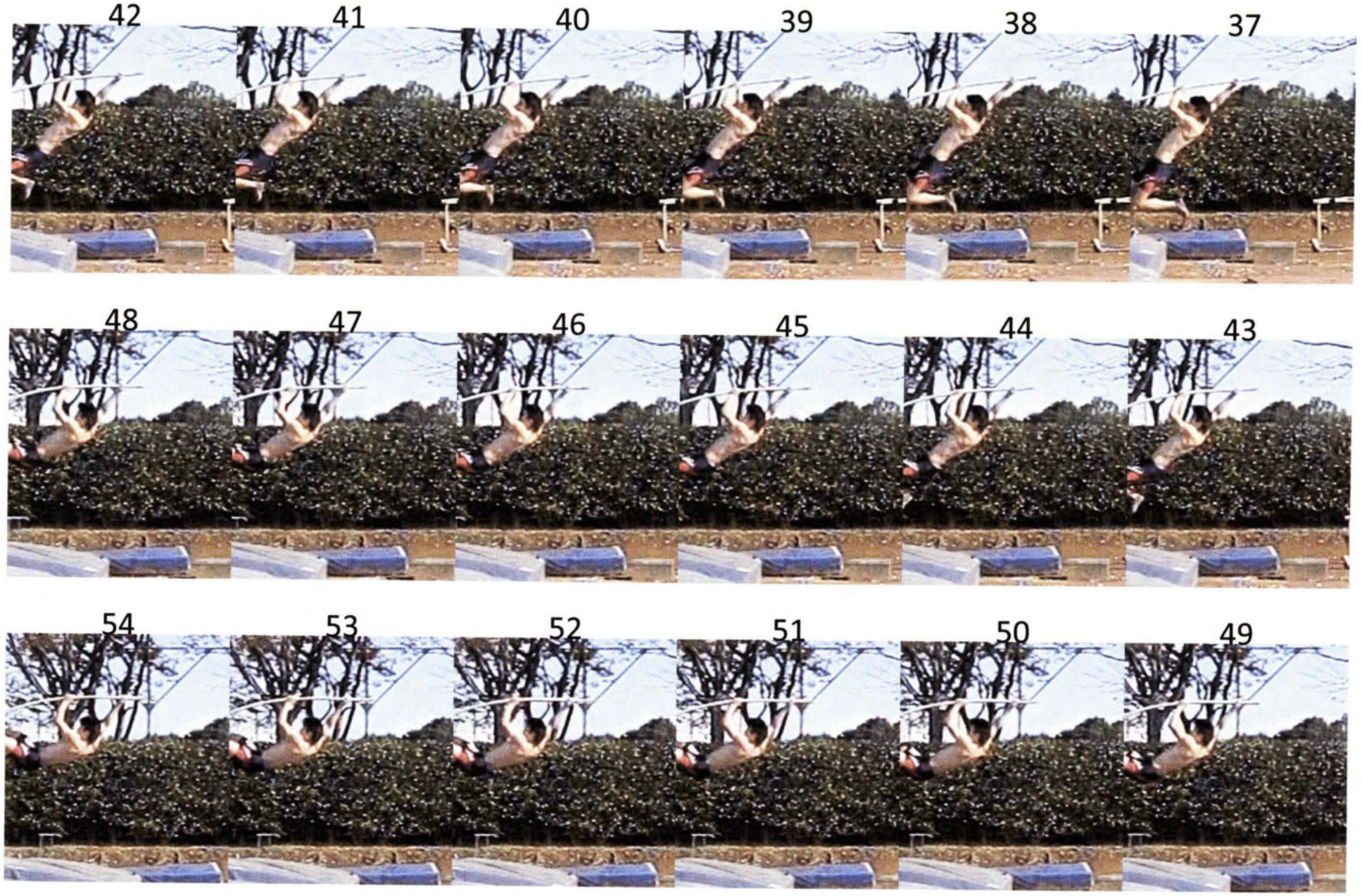
オリジナルトレーニング群　被験者D　post　カメラA


21
20
19



オリジナルトレーニング群　被験者D　post　カメラB

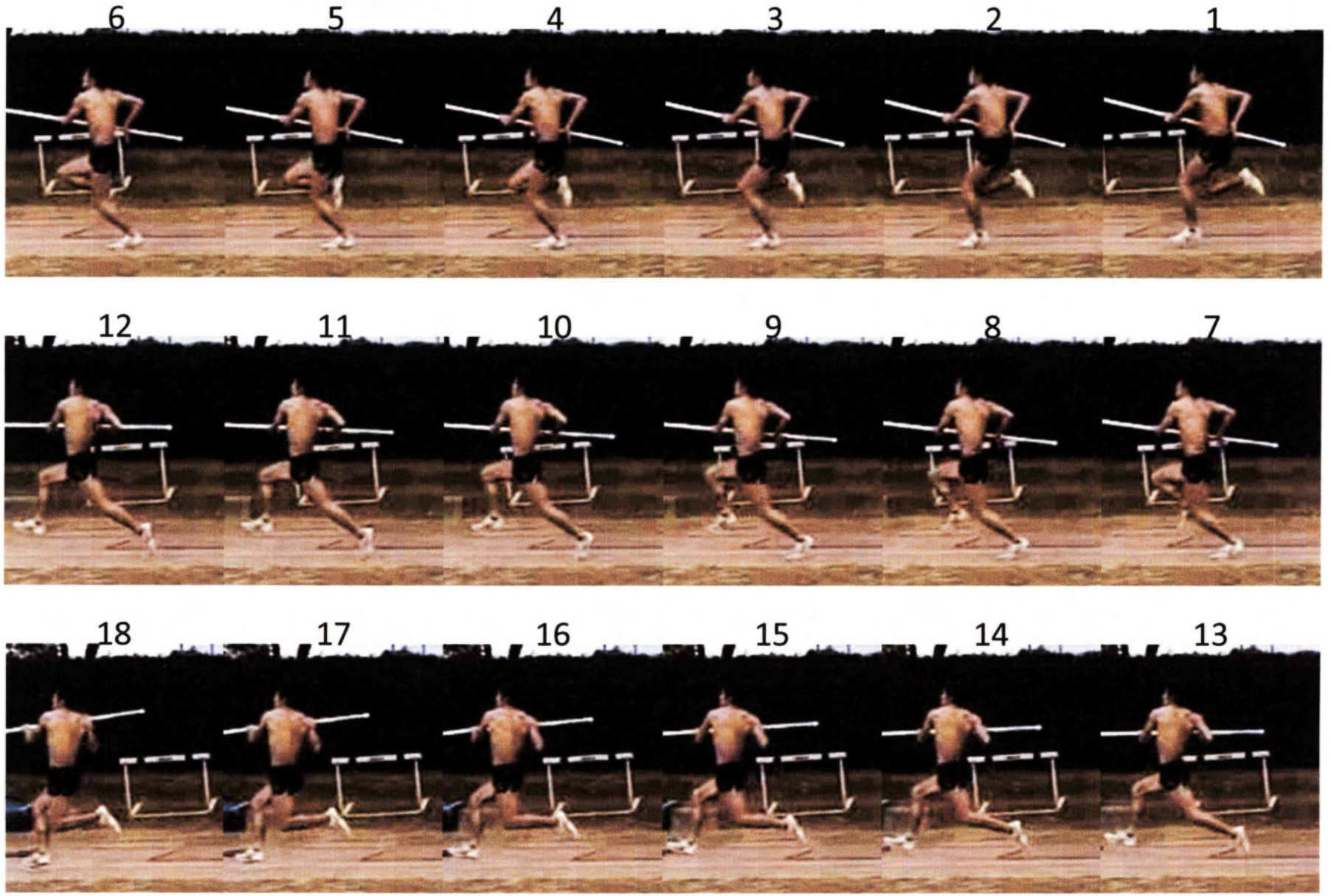

24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25
36
35
34
33
32
31


42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43
54
53
52
51
50
49

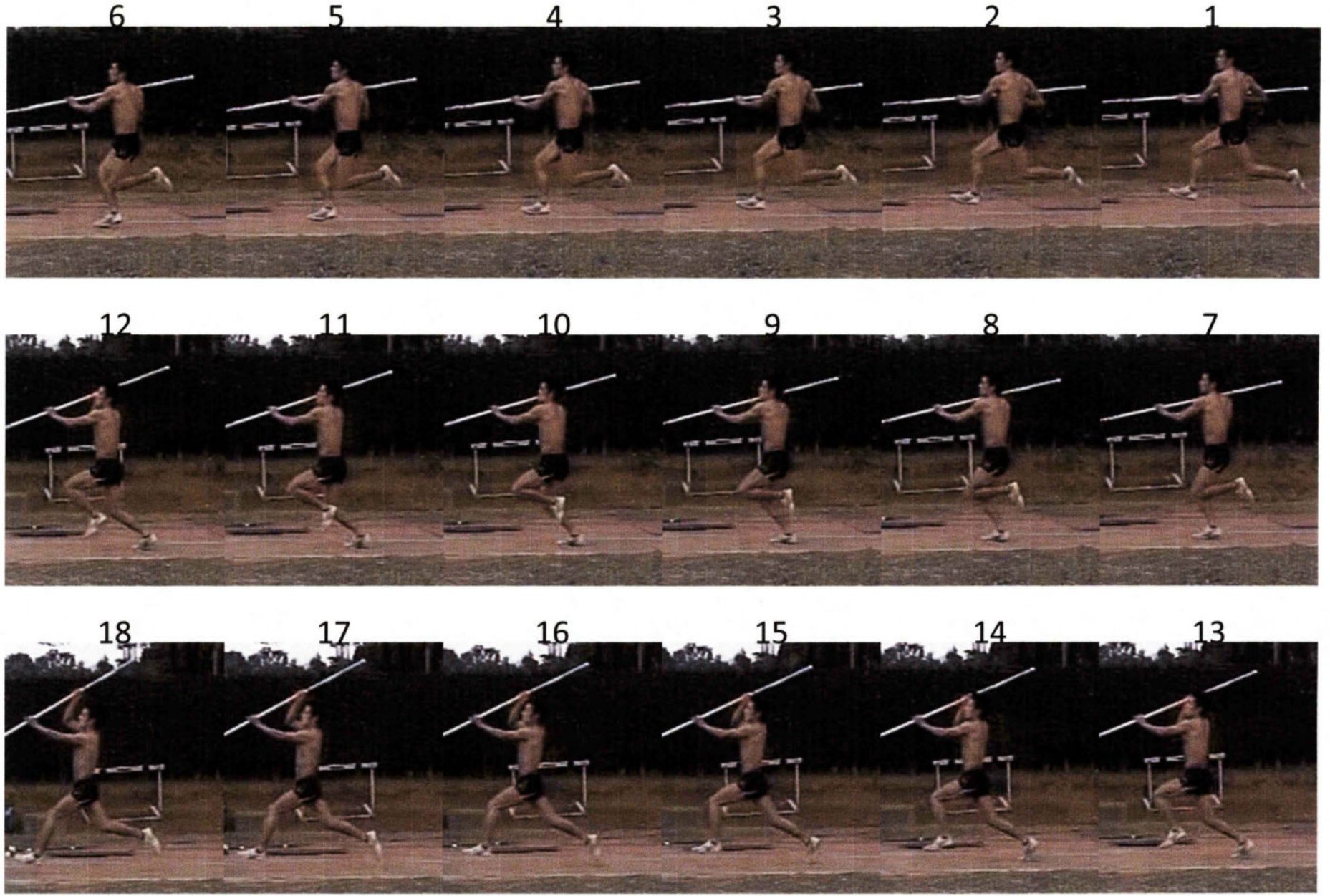
60
59
58
57
56
55
66
65
64
63
62
61
72
71
70
69
68
67

78 77 76 75 74 73

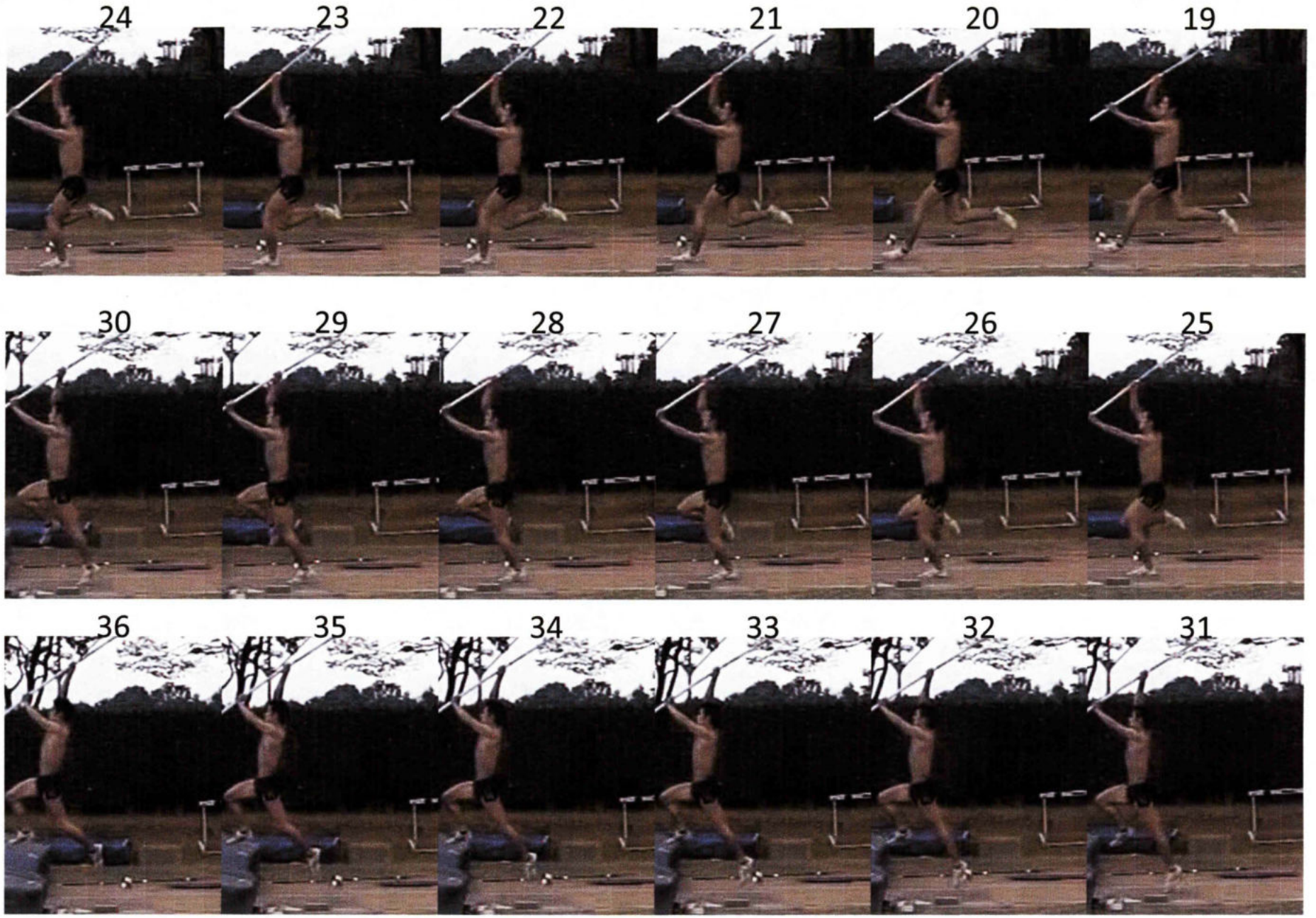
81 80 79

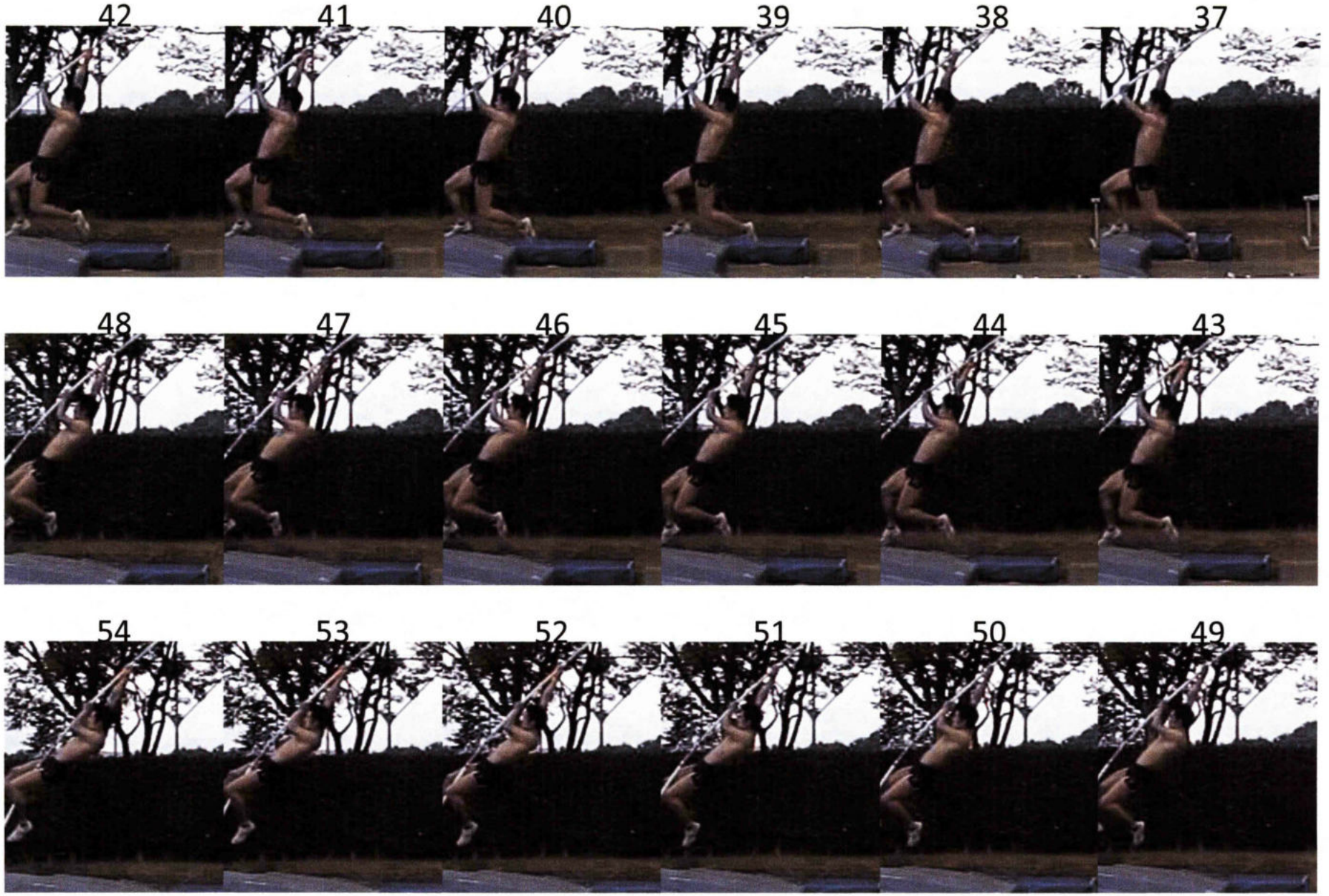


コントロール群　被験者I　pre　カメラA

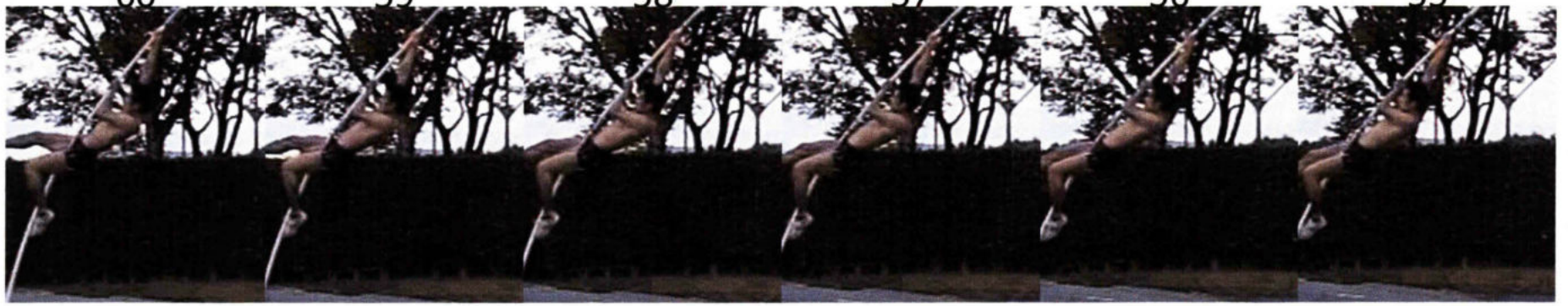


コントロール群　被験者I　pre　カメラB

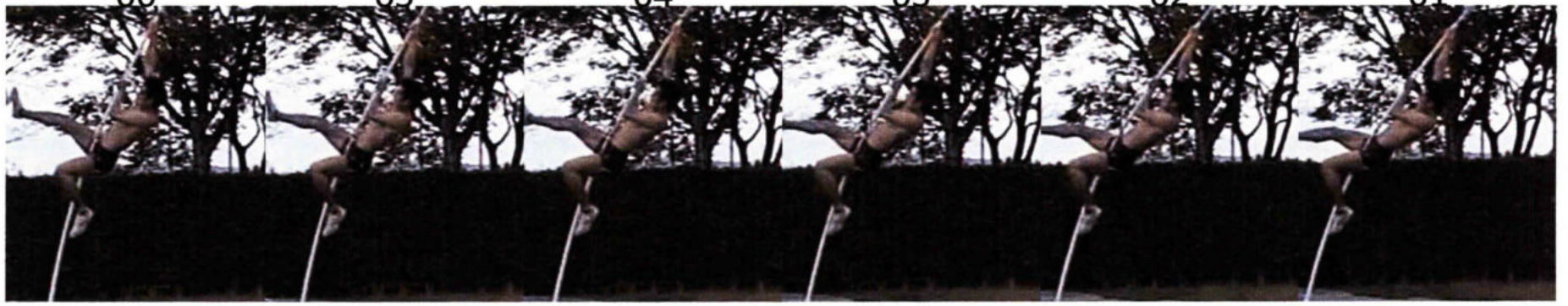

24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25
36
35
34
33
32
31


42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43
54
53
52
51
50
49

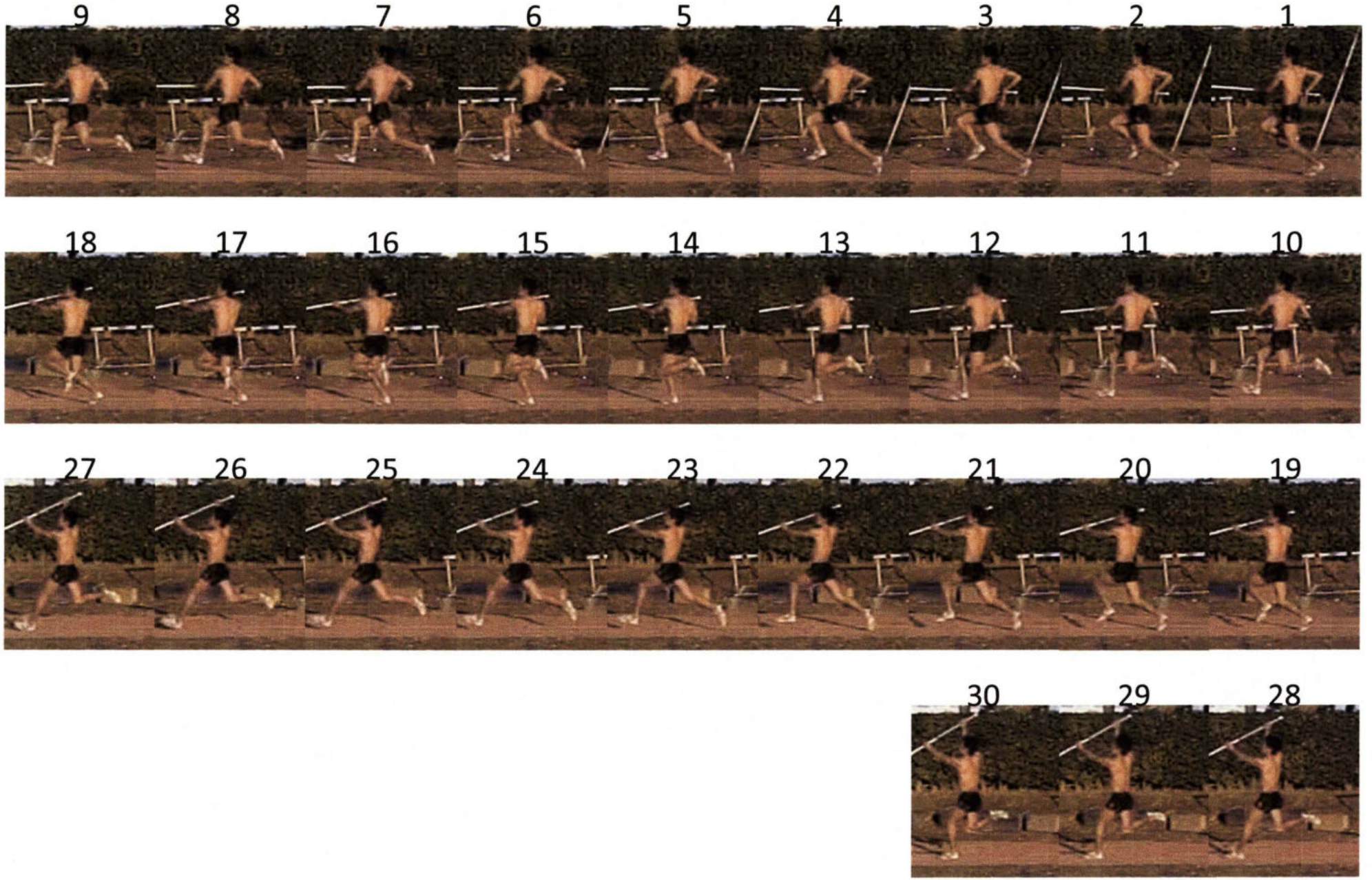
60 59 58 57 56 55



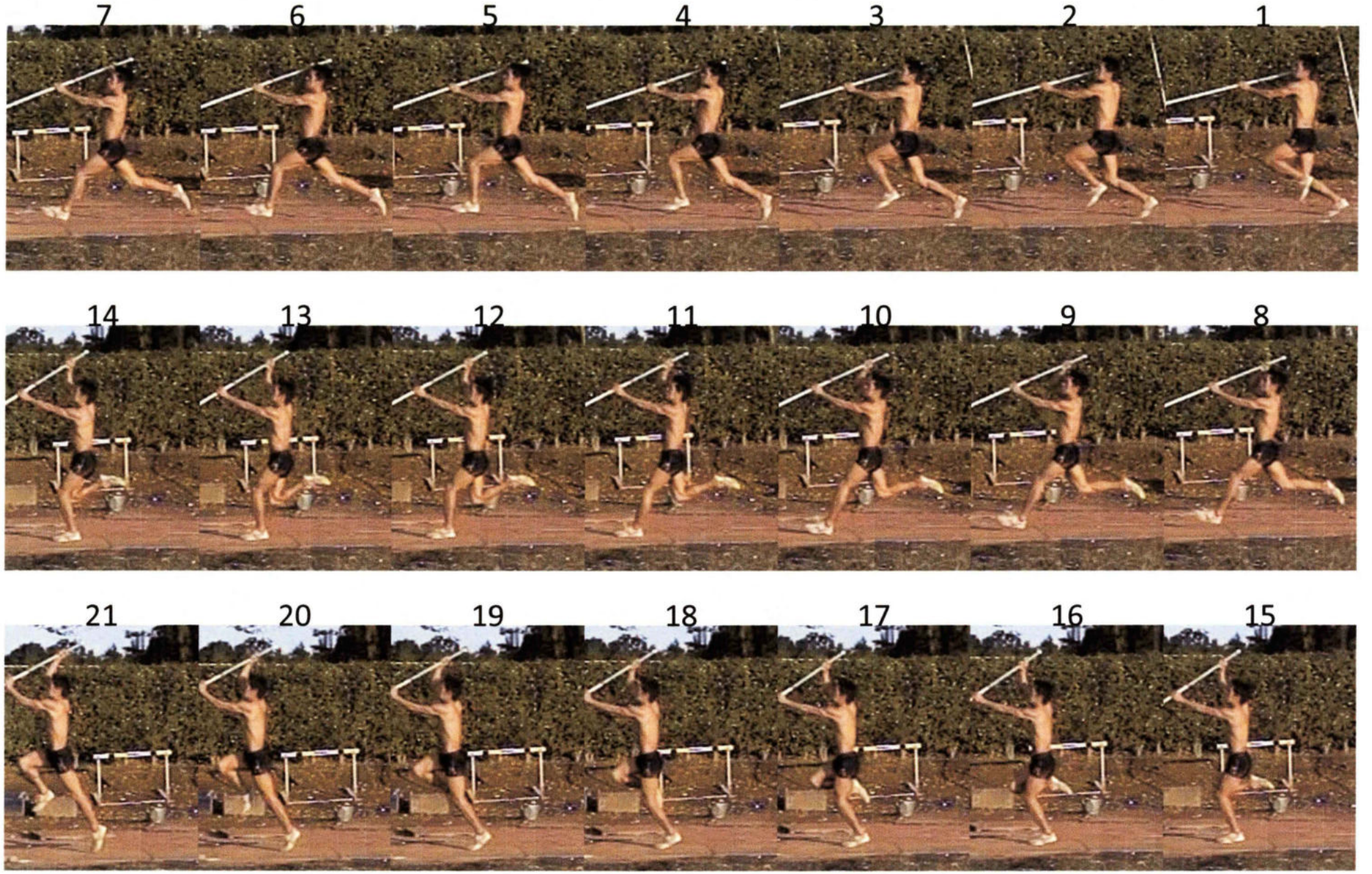
66 65 64 63 62 61



67

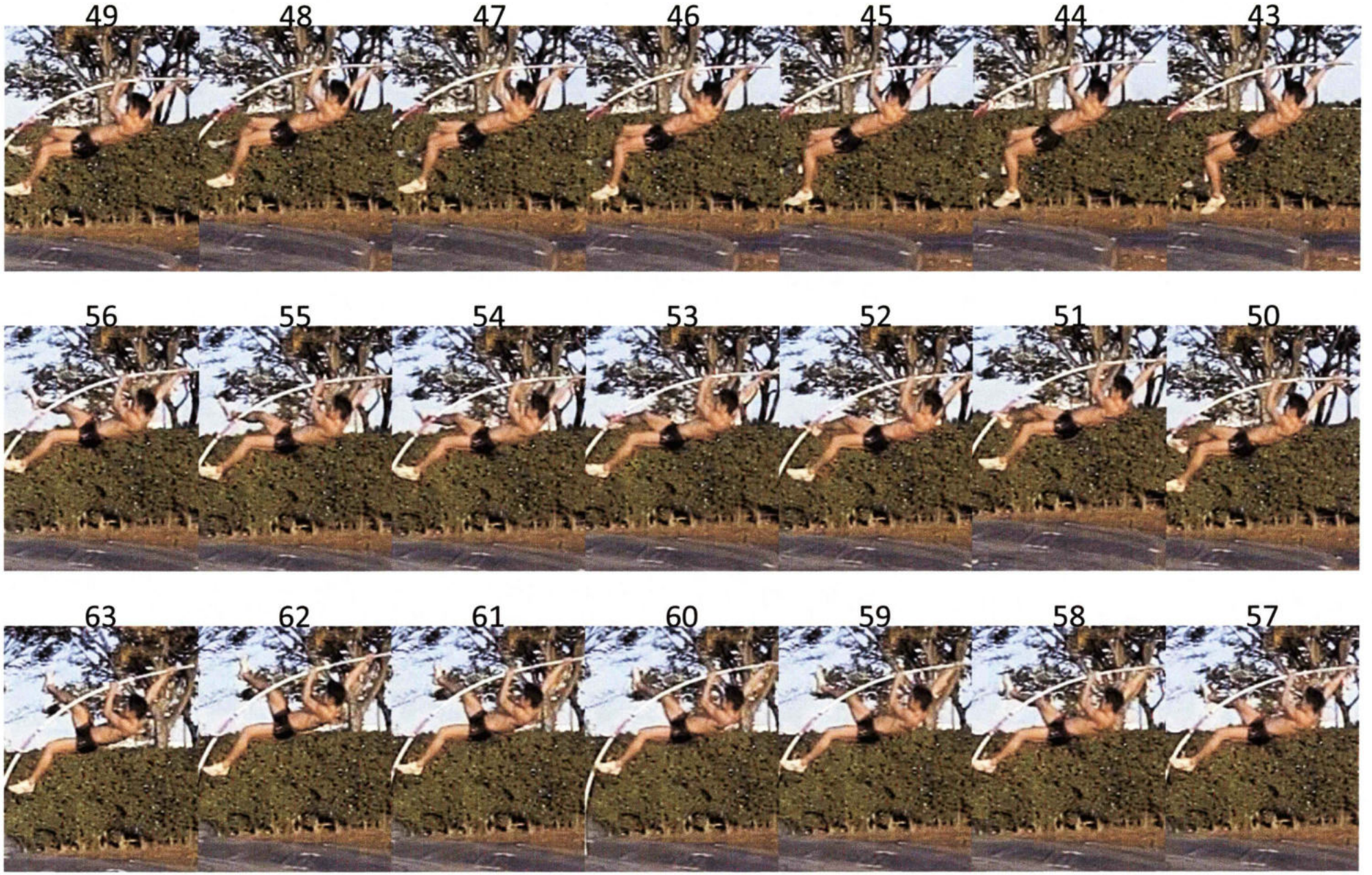


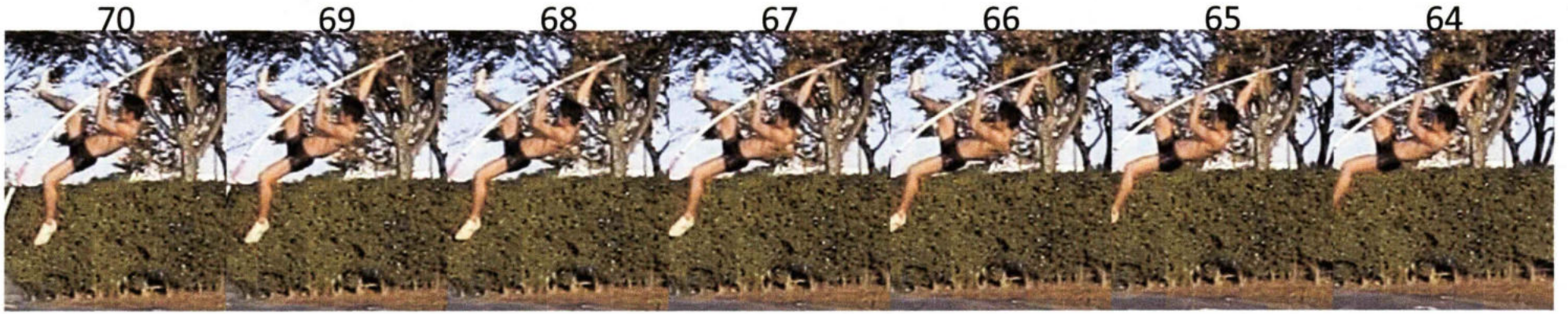
コントロール群　被験者I　post　カメラA

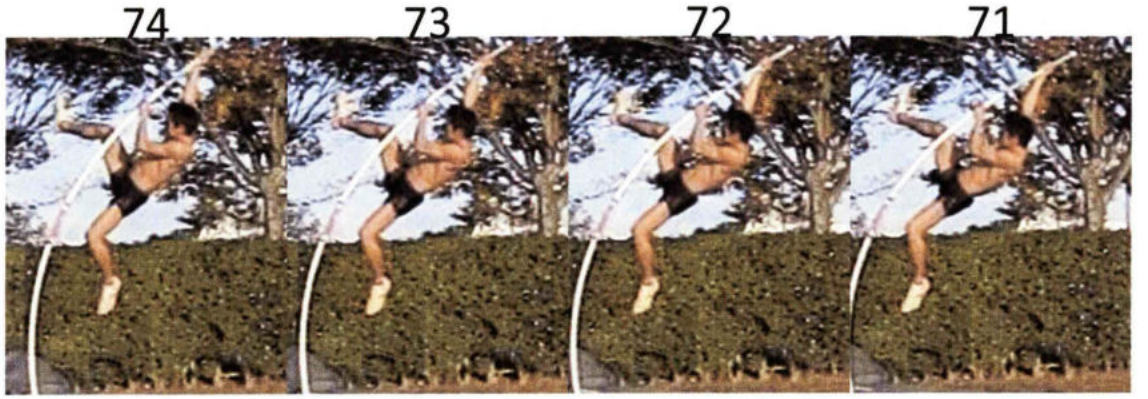


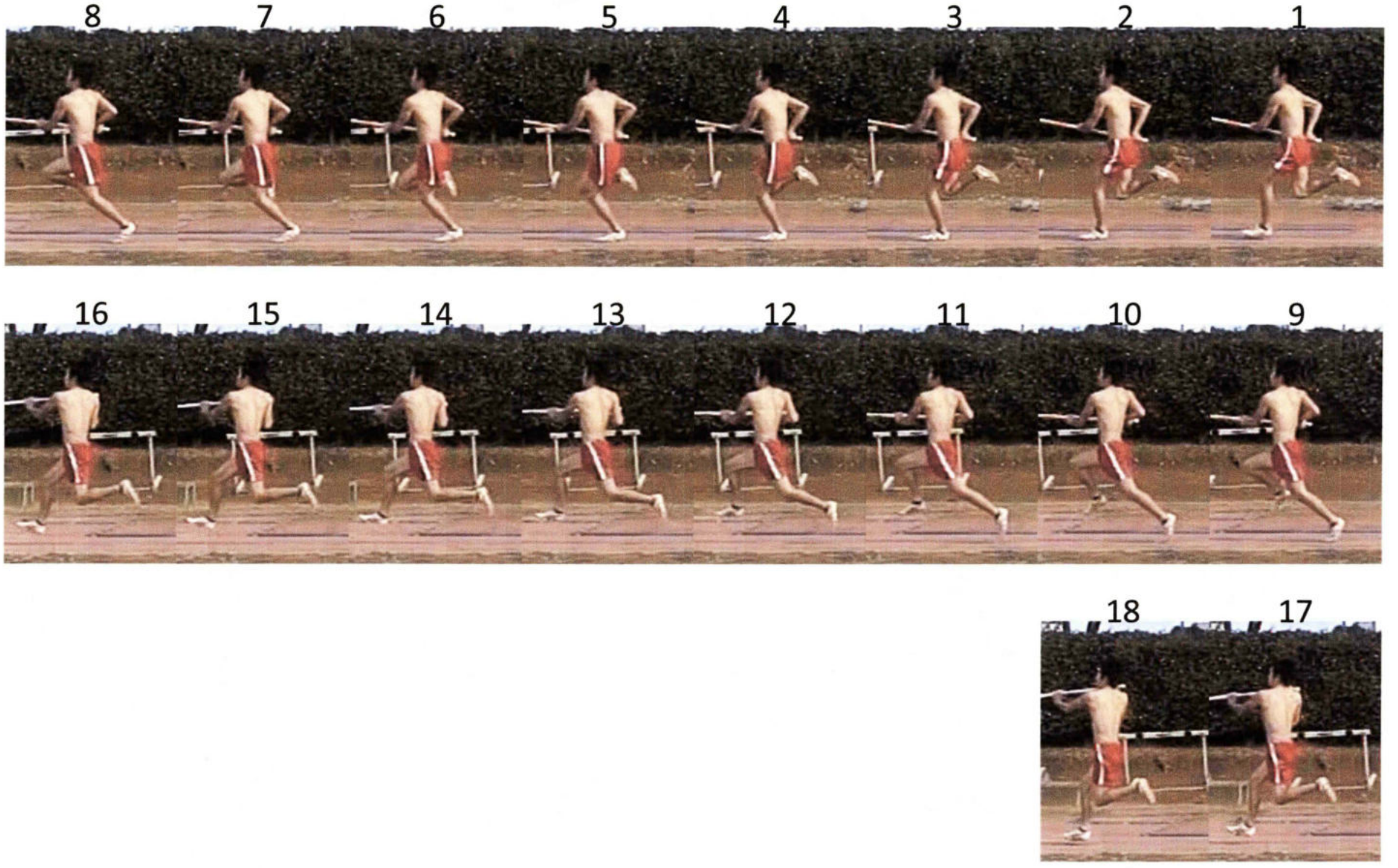
コントロール群　被験者I　post　カメラB

28
27
26
25
24
23
22
35
34
33
32
31
30
29
42
41
40
39
38
37
36

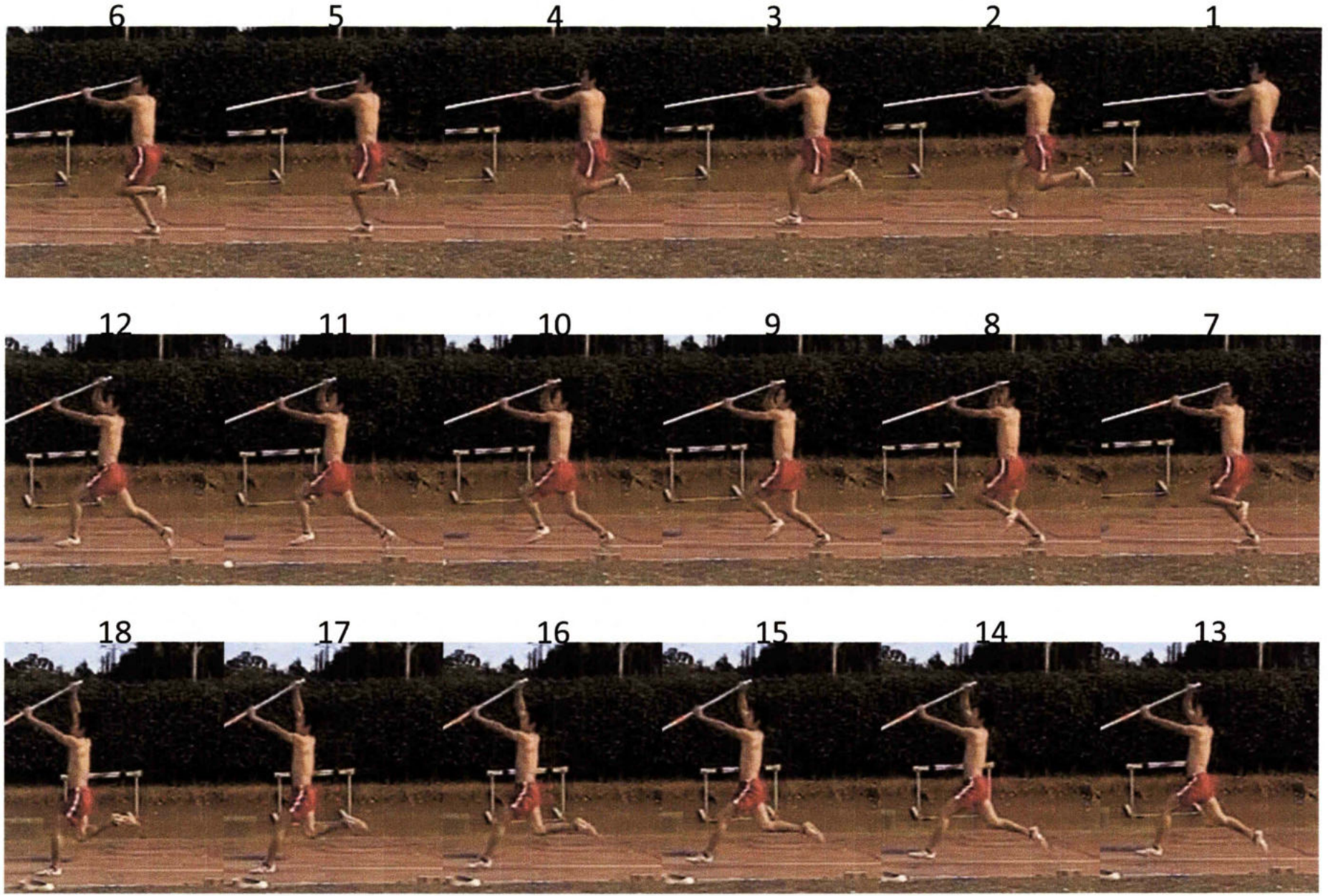

49
48
47
46
45
44
43
56
55
54
53
52
51
50
63
62
61
60
59
58
57


70
69
68
67
66
65
64

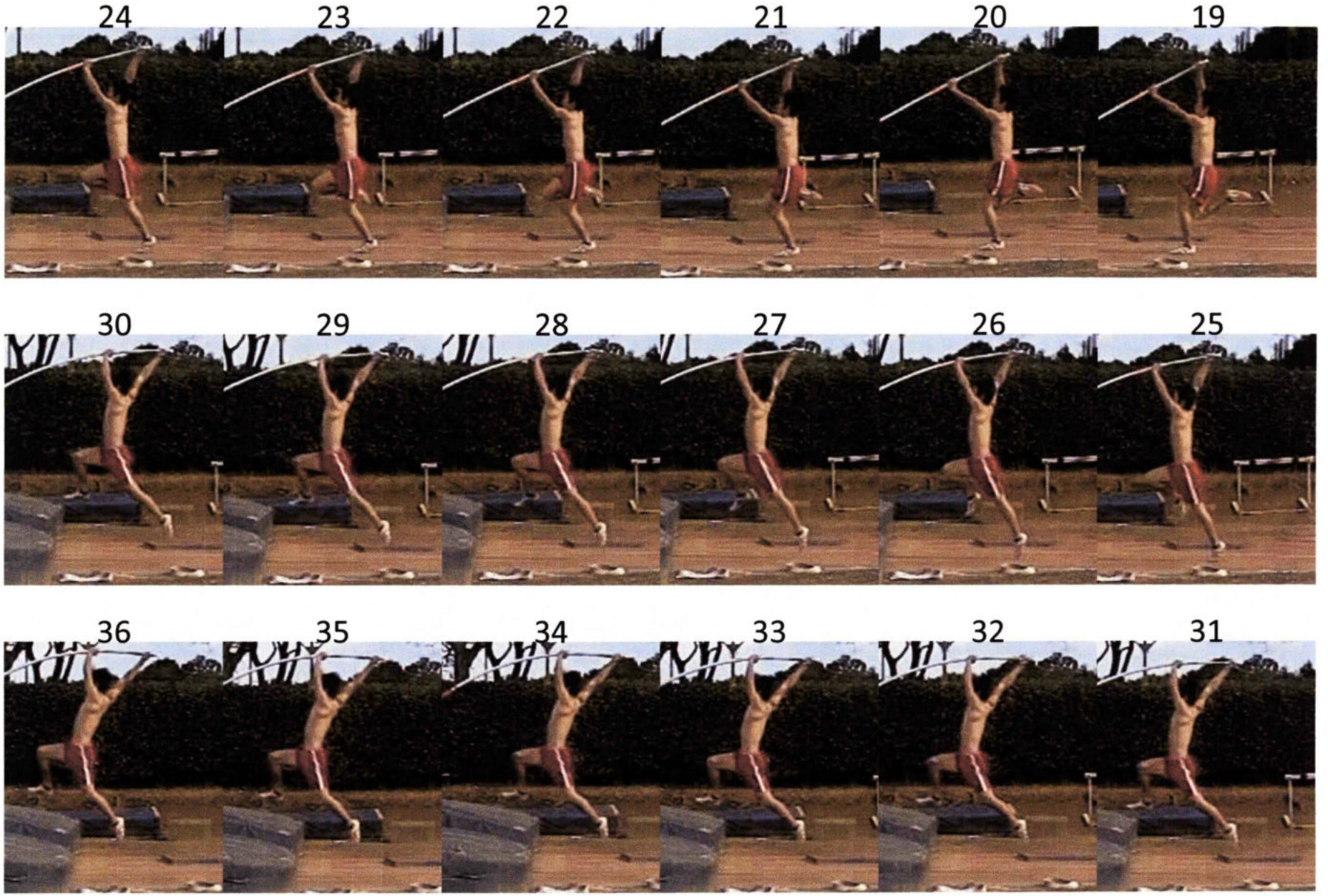

74
73
72
71

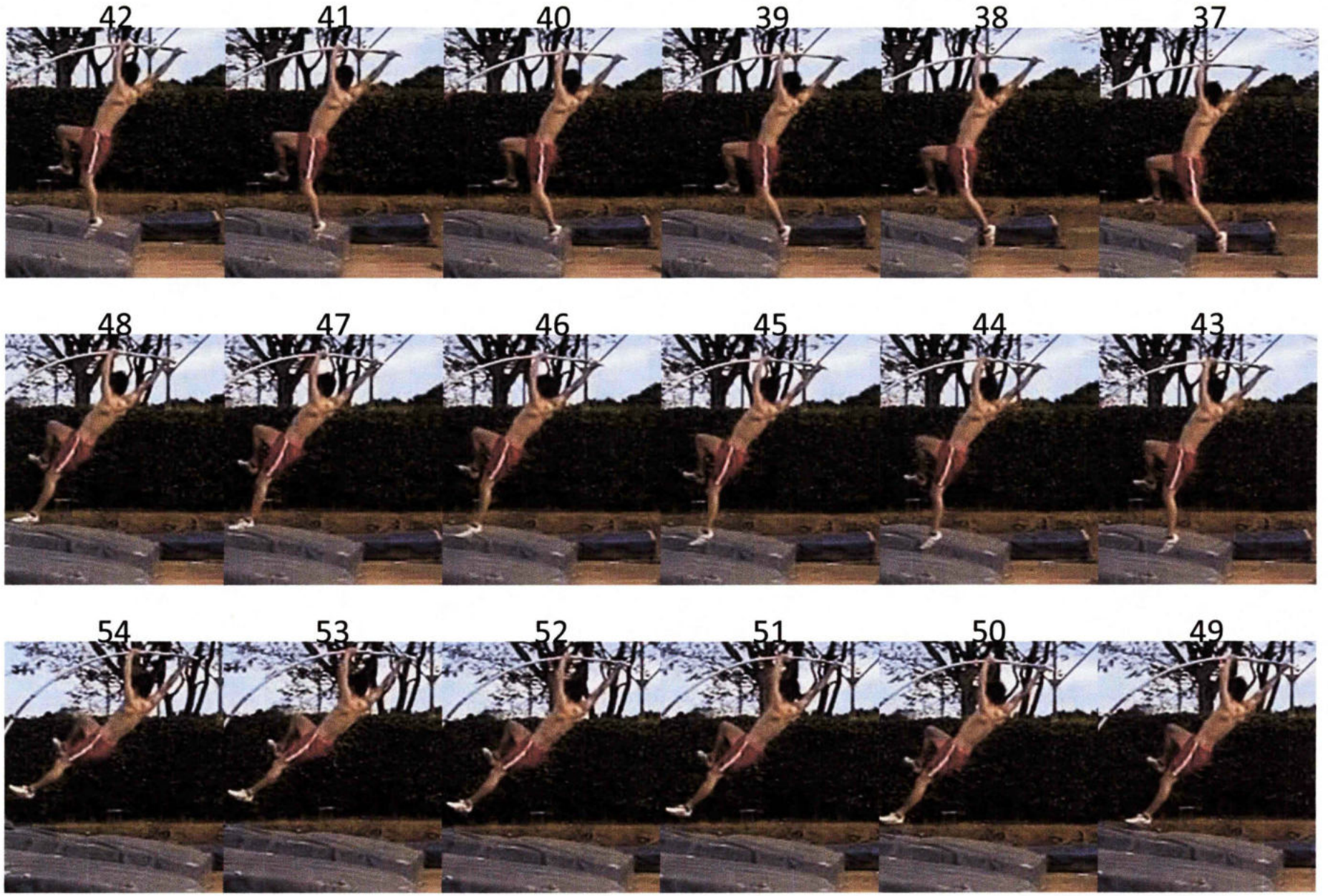


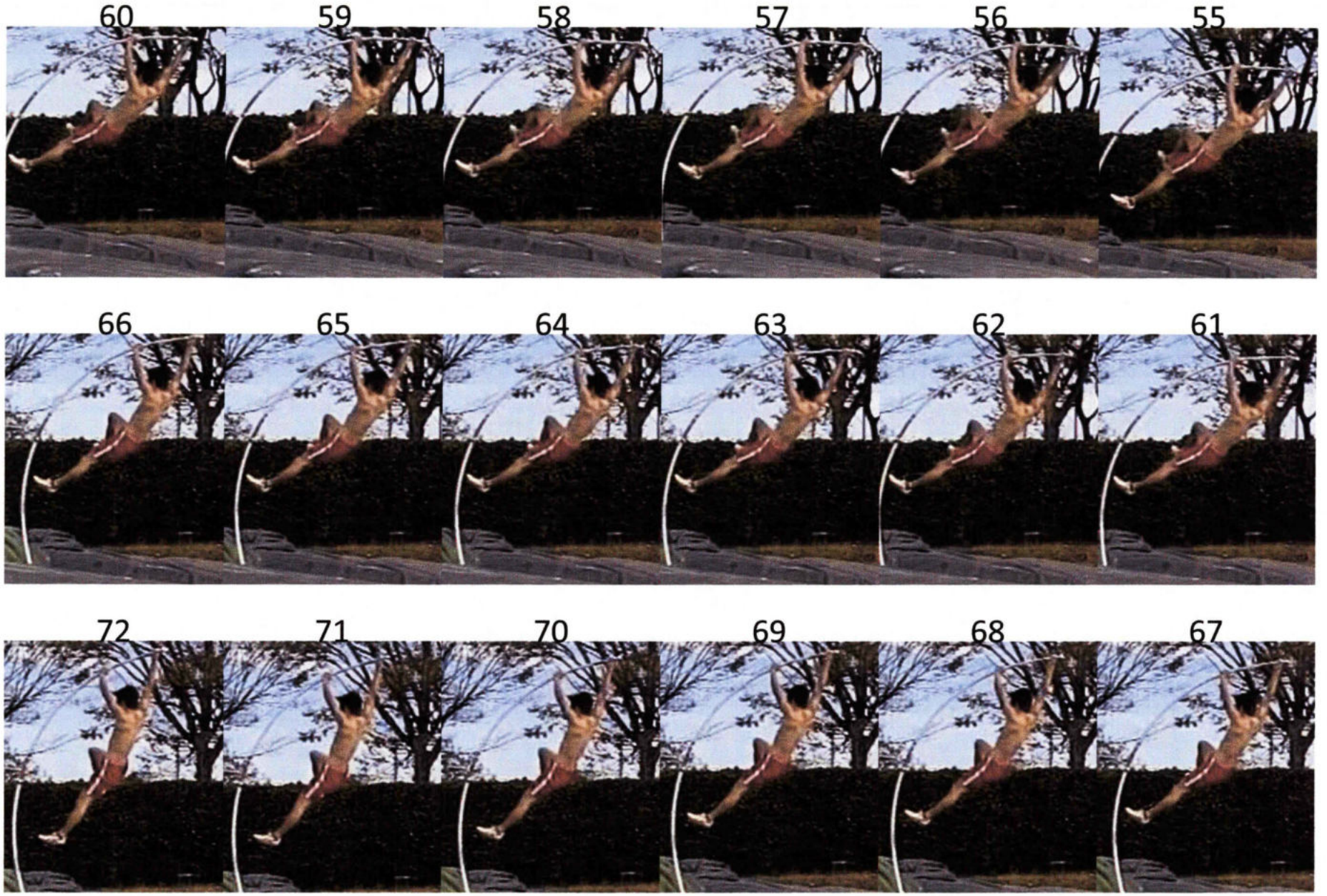
専門群　被験者S-2　カメラA



専門群　被験者S-2　カメラB


24
23
22
21
20
19
30
29
28
27
26
25
36
35
34
33
32
31


42
41
40
39
38
37
48
47
46
45
44
43
54
53
52
51
50
49


60
59
58
57
56
55
66
65
64
63
62
61
72
71
70
69
68
67

78 77 76 75 74 73

83 82 81 80 79