

太極拳の動作特性に関する生体力学的研究

— バランス機能を視点にした3次元画像解析 —

金 昌 龍

(2002年9月30日受理)

Biomechanical study on the characteristics of the motion of Tai Chi Chuan: 3D
motion analysis from a view point of Balance

Changlong Jin

Tai Chi Chuan is one of the traditional cultures with a long history in China. The 24 formulas of the Tai Chi Chuan have developed not for the nobility, but for the public in the Chinese history. It could reform the physical conditions without a difference of the age, sex and physical fitness.

The purpose of this study is to verify a hypothesis that the Tai Chi Chuan is more effective for maintaining the balance capability, because the 24 formulas of Tai Chi Chuan has been practiced with the long tradition in China as one of the means of the health and physical education. The one of the typical motion of the Tai Chi Chuan is a foot position during the standing with single foot. Another point is that during the whole exercise of the 24 formulas of Tai Chi Chuan, player keep standing with single foot about 30% or more of the total time. From these points, it will be able to say that the Tai Chi Chuan develops the balance capability and the physiological function, and that the Tai Chi Chuan is one of the most suitable exercise for middle and elderly person.

Key words: Tai Chi Chuan, center of gravity, postural control, movement time analysis, 3-D motion analysis

キーワード：太極拳，身体重心，姿勢制御，動作・時間解析，3次元画像解析

I. 目的

高齢者のバランス機能の低下に関しては、これまでにいくつかの研究が報告されている（藤原，1993；木村，1996；内藤，1991；大野・永田，1994）。しかし、高齢者に対していかなるスポーツや身体運動がバ

本論分は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：渡部和彦（指導教官），稲水 惇，松岡重信，岩重博文

ランス機能の向上に貢献し得るか、という課題に関する研究は少ない。Moller（1991）は、一般の健康な高齢者を15名ずつ（各群とも平均年齢73歳）トレーニング群とコントロール群に分け、バランス機能向上の運動プログラムを提供し、1回1時間、合計18回（9週間）のトレーニングを行った結果、トレーニンググループに動的なバランス機能の著しい改善が得られたと報告している。また、木村ら（1997）は、高齢者のバランス機能の低下を防止するためにはさまざまな体力的要素が動員される運動が望ましく、太極拳や社交ダンスを継続することが有効であると述べている。

太極拳は、近年日本でもその愛好者が増加しており、バランス機能など身体的機能の向上に貢献できるのではないかという期待も大きい。しかし、太極拳の運動そのものに対して身体運動学的な特徴を明らかにするための研究はあまりみられない。

本研究は、太極拳の動作特性を分析することによって、それが身体のバランス機能の維持または向上に有効であるとするればその根拠はいかなるものであるかを明らかにしたいと考え取り組むことにした。太極拳の動作分析はこれまでもバイオメカニクスの研究がある(陳崢ら, 1988)が、これらは2次元での画像解析が主であった。太極拳の動作は回転運動や、捻りを伴う動作がその特徴であり、足の運び出す方向や身体重心の移動方向などを解明するためには2次元画像解析では不十分な点がある。すなわち、太極拳の動作の特徴を明らかにするためには、3次元画像解析による資料も必要とされる。そこで、本研究は、太極拳の動作の2次元画像解析とともに3次元画像解析を行い、その動作特性を明らかにし、バランス機能との関連性に視点を当てて考察することを研究目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

本研究では、2人の中国人男性を被検者として用いた。被検者の1人は、太極拳の指導的立場にある技能保持者で、健康な男子の熟練者であった(被検者A; 年齢28歳, 身長172cm)。他の1人は、太極拳歴7年の健康な男子熟練者であった(被検者B; 年齢26歳, 身長171cm)。

2. 実験方法

1) 画像解析のための反射マーク貼付位置

画像解析のための反射マークは、後述する解析ソフトの規定部位に貼付した。すなわち、被検者の左右の手根関節中央、肘関節の外側中央、肩峰、大転子、膝関節の外側中央、外踝、踵、つま先および頭部3箇所(頭頂部、両側の耳珠点)、合計19箇所である。

2) 撮影機材

画像を収録するための機材は、次の通りである。ビデオカメラ(ピーク社製)2台、イベントシンクロユニット(ESU)、ビデオカセットデッキ2台(ピーク社製)、モニター2台(大字電子ジャパン社製)。

3) 画像解析システムの構成

画像解析には、ビデオカセットレコーダーを用いた(GVR-S955)。また、解析ソフトはピークモータ

ス3.1を用いた。この画像解析ソフトを用いて画像を取り込み、DLT法による分析を行った。

4) 実験場所

H大学教育学部内

5) 実験手順

被検者の動きが、完全に撮影できる範囲を確保し、カメラ位置を設定した。ビデオのフィルムスピードは60fpsで2台のカメラを同期して撮影した(図1)。太極拳の動作を撮影したあと、DLT法により分析点の3次元座標値を算出するため、キャリブレーションポールに25個のコントロールポイントを設定し撮影した。

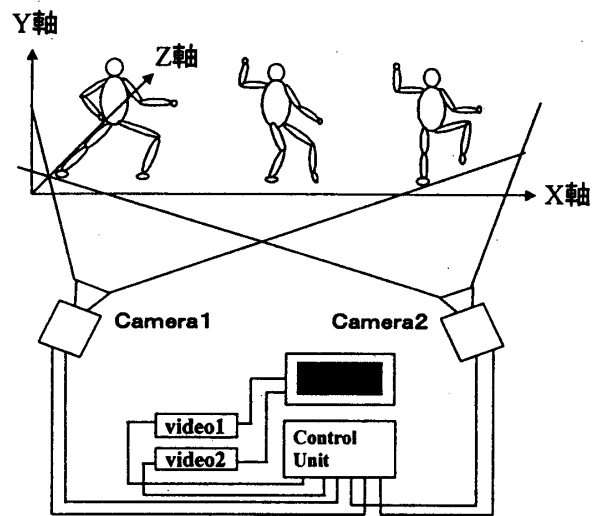


図1. 撮影方法

3. 画像解析の方法

2次元画像解析は、24種目の動作(太極拳24式)を対象に動作・時間解析を行い、3次元画像解析には、19箇所のポイントにデジタイズを行った。

1) 動作・時間解析

太極拳24式は、24の名前が付された一連の動作で構成されている。そして、個々の動作種目は、その名前をイメージしたポーズで終わる。動作・時間解析は、ビデオデッキからコンピューターに画像を取り込んで画面に表示し、各動作と特に足部の動きに着目して解析を行った。24式太極拳の中には個々の動作種目の区切りとしてポーズを決める場面がある。その場合、両足支持でポーズを作る動作種目と片足支持でポーズを作る動作種目がある。その割合はそれぞれ20種目と4種目である。両足支持でポーズを作る動作種目の中にはまた4つの「虚歩」のポーズがある。虚歩とは、両足支持のようにみえながら片方の足に身体重心を移し、他方の足をごく軽く地面

に接するものである。したがって、この虚歩は片足支持のポーズとして理解される。太極拳は、24式であれば、24種目の動作すべてが終了するまで止まらずに連続的に行われる。そこで、各種目ごとの内訳を詳しく分析するために、マイネル (1981) の非循環運動の局面構造に関する理論を参考にし、各種目を3つの局面に分けた。すなわち、連結動作局面 (前の種目の動作のポーズから片足が離地する前まで)、片足支持局面 (片足が離地してから運び出して接地するまで)、両足支持局面 (運び出した足が接地してからポーズを完成するまで) である。各動作種目における各局面の動作の所要時間を分析するために画面のカウンタと画像から24種目動作の各局面の時間を算出した。

2) 3次元画像解析対象動作

3次元画像解析は、24式太極拳の中から、両足支持でポーズを作る要素の多い種目に着目して、太極拳の基本動作といわれる3つの動作種目を選んで解析した。すなわち、①「野馬分宗」、②「^{イェマフエンズン}単鞭」、③「^{クンビン}云手」であった。この3つの動作種目に内包する動作の基本要素は、太極拳24式以外の各式 (12式, 48式, 88式) の中にも含まれる動作である。

個々の動作について、詳細な検討を行うために、各動作を3つの局面 (動作・時間解析と同じ局面) に分割した。

III. 結果

1. 動作・時間解析について

図2は、太極拳24式の各動作種目の各局面における時間配分をパーセントで示したものを1例として示したものである (被検者A)。被検者A, Bの各局面が占める時間をまとめたものを表1に示す。被検者A, Bは、24式の太極拳を終わらせた総時間はそれぞれ違うが、各局面の時間割は同じ傾向であった。

表1. 太極拳24式の各局面での時間配分と時間の割合 (単位: 秒)

	被検者A		被検者B	
	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)
連結動作局面	96.0	35.3%	128.3	31.8%
片足支持局面	76.1	28.0%	104.3	25.9%
両足支持局面	99.9	36.7%	170.5	42.3%
合計	272.0	100%	403.0	100%

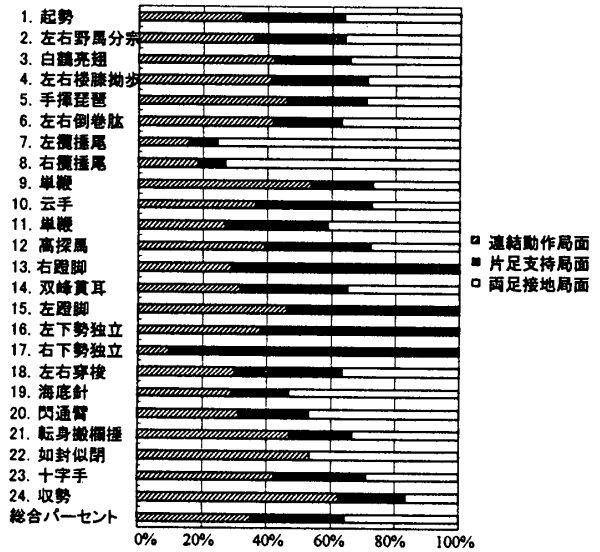


図2. 太極拳24式の各動作種目の各局面での時間配分 (被検者A)

2. 身体重心位置と足部の位置について

図3は、「野馬分宗」を事例にして、一連の動作をすべて示し、さらに3局面に分けたものである。図3の上部1コマ目から80コマ目までの1秒33までが連結動作局面、図3の中部160コマ目まで1秒33までが片足支持局面、図3の下部320コマ目まで2秒67まで両足支持局面である。1つの動作として一步を踏み出すのが時間的に長いことが示された。

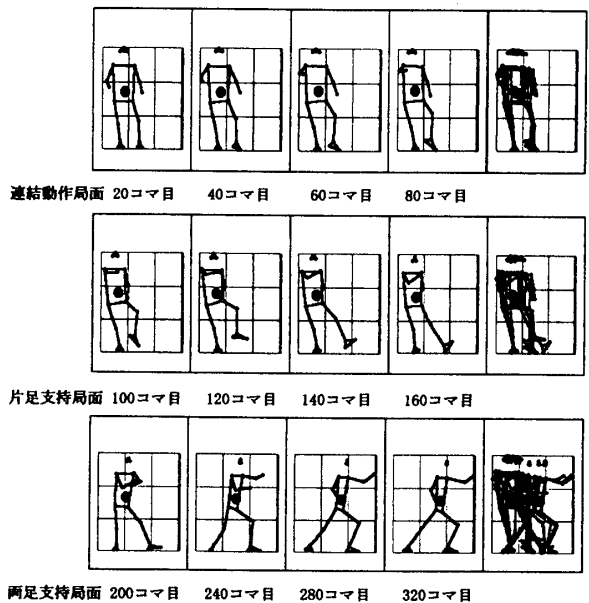


図3. 3局面に分割した太極拳「野馬分宗」の動作と身体重心位置の連結画面と重ね合わせ画面のスティックピクチャー

図4は、「野馬分宗」の身体重心位置及び足部(踵)の移動軌跡に関して3局面のそれぞれの条件での動作の解析の結果を示したものである(被検者Aの例)。

すなわち、図4の4-1, 4-1-a, 4-1-bと示したものはそれぞれ図1で示した正面(XY面), 上面(XZ面), 側面(YZ面)を示している(Xは左右軸, Zは前後軸, Yは上下軸である)。図4の4-1, 4-2, 4-3はそれぞれ連結動作局面終了時, 片足支持局面終了時, 両足支持局面終了時を示す。また、図4の4-1, 4-1-a, 4-1-bは「野馬分宗」の動作開始から運び出す足先が離地する直前までの3次元画像の結果である。体幹部に示す丸い点は身体重心を示し、それに連結している線は身体重心位置の移動軌跡を示す。図4の4-2, 4-2-a, 4-2-bは片足支持局面終了時を示す。すなわち、左足が離地して、踵が着地した時点までを示す。図4の4-2の左踵に連結している線は踵の移動軌跡を示す。図4の4-3, 4-3-a, 4-3-bは両足支持局面終了時を示す。3次元画像解析の結果から、足の運び出し方と足を運び出す際の身体重心位置に特徴が認められた。両足支持局面の3次元画像解析が示すように、左足の踵の軌跡は変わっていないことが示されている。しかし、体幹部の身体重心軌跡の変化が示されている。このことは、片足支持局面との関連からみれば、左足が着地してから身体重心を移動したことを示す。これらの結果は画像解析を行った被検者2名の動きに共通したものであった。

歩法における他の特徴は、前後左右に足を運び出す際、身体立位時を基準とした場合に、足を身体の斜め方向に運び出す点である。図4の4-3-aは第3局面が終わった時点を見上からみたものである。右足から移動し始めた重心軌跡が身体の斜め方向に位置していることが、右足と左足の位置関係から示されている。これは、2次元解析では求められない結果である。

3. 身体移動における回転の要素について

太極拳の特徴の一つは、回転の要素を含んだ動作である。そこで、回転運動の特徴を3次元画像として図5に示す。図5の5-1, 5-2, 5-3は、被検者Aの「云手」動作種目を1例としてXY軸面, XZ軸面, YZ軸面での左右の肩の動きを示す。大きい丸で示した点は右肩を示し、小さい丸で示した点は左肩を示し、直線は両肩の位置を線で結んだものである。5-2, 5-3は2次元解析では観察できないもので、捻り動作を伴うことを示している。

図5の5-1-a, 5-2-a, 5-3-aは被検者Aの「云手」動作のXY軸面, XZ軸面, YZ軸面の身体各部位の移動軌跡を示し、円弧を描いていることを示す。

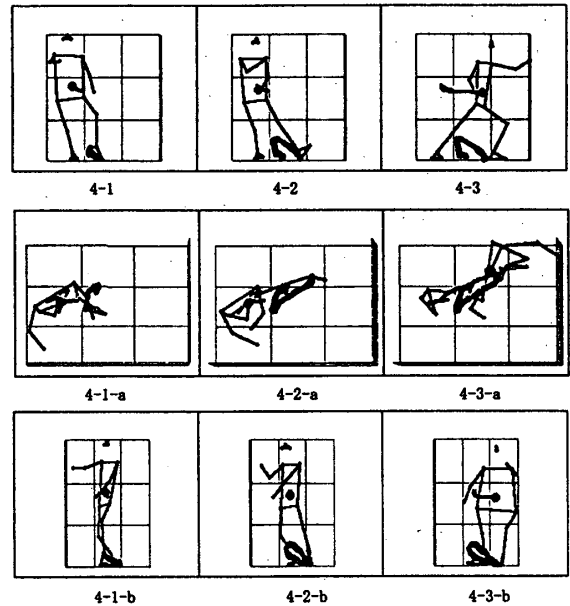


図4. 「野馬分宗」動作の3局面の3次元画像解析結果。身体重心位置および足部(踵)の移動軌跡を示す。(上から正面, 真上からおよび側面から見た各局面の動作の終了時を示す。) (被検者A)

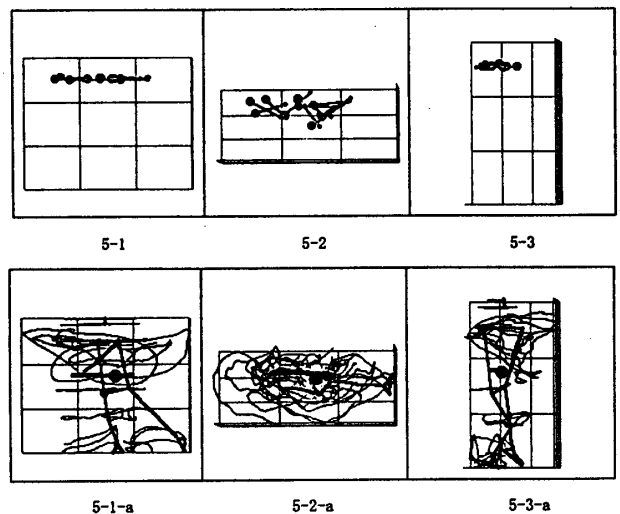


図5. 「云手」動作中の両肩の動き(5-1, 5-2, 5-3)と身体各部位の移動軌跡を示す。(5-1', 5-2', 5-3')。それぞれ、左から正面, 真上からおよび側面から見た動作を示す。身体重心位置を基準に、回転運動が観察される。

4. 各局面における身体重心位置の移動速度について

表2は解析を行った被検者2人における3種目の動作のX(左右)軸, Y(上下)軸, Z(前後)軸での身体重心移動の平均速度(単位m/s)と、各動作の3つの局面での平均速度を示している。分析の結果、

被検者A, Bとも全体的にX軸で一番速く、次はZ軸、Y軸順であった。X軸で一番速い速度は被検者A, Bとも両足支持局面で出現し、Y軸で一番速い速度は片足支持局面で出現し、また、Z軸で一番速い速度はX軸と同じく両足支持局面で出現した。3つの動作とも同様の傾向であった。各動作の各局面(X, Z軸)での重心移動速度は両足支持局面が速く、次は連結動作局面、片足支持局面の順で、Y軸では「野馬分宗」、「云手」、「単鞭」種目で片足支持局面、連結動作局面、両足支持局面の順であった。被検者A, Bとも3種目の動作でいずれも同じ傾向であった。

表2. 3つの種目におけるX, Y, Z軸および各局面での身体重心の平均速度 (単位: m/s)

		連結動作局面	片足支持局面	両足支持局面	全体
野馬分宗	A	X 0.100±0.060	0.038±0.010	0.215±0.142	0.125±0.105
		Y 0.039±0.009	0.058±0.025	0.016±0.010	0.032±0.015
		Z 0.026±0.020	0.024±0.020	0.094±0.063	0.059±0.058
云手	A	X 0.088±0.061	0.041±0.021	0.189±0.099	0.108±0.102
		Y 0.015±0.010	0.048±0.029	0.013±0.011	0.022±0.022
		Z 0.050±0.044	0.046±0.036	0.060±0.041	0.053±0.041
単鞭	A	X 0.103±0.060	0.033±0.013	0.238±0.167	0.147±0.132
		Y 0.013±0.007	0.036±0.006	0.009±0.004	0.016±0.015
		Z 0.041±0.026	0.033±0.027	0.058±0.044	0.047±0.037
野馬分宗	A	X 0.065±0.043	0.042±0.038	0.126±0.098	0.098±0.096
		Y 0.024±0.018	0.033±0.018	0.018±0.016	0.025±0.018
		Z 0.039±0.028	0.026±0.022	0.059±0.057	0.045±0.044
云手	A	X 0.110±0.070	0.036±0.012	0.218±0.145	0.186±0.128
		Y 0.021±0.016	0.044±0.022	0.030±0.019	0.028±0.014
		Z 0.110±0.085	0.065±0.058	0.121±0.080	0.108±0.081
単鞭	A	X 0.068±0.043	0.042±0.038	0.197±0.101	0.102±0.095
		Y 0.012±0.009	0.046±0.038	0.017±0.015	0.022±0.019
		Z 0.052±0.048	0.033±0.035	0.159±0.142	0.095±0.095

(表中のAとBは被検者を示す)

5. 上下方向における身体重心の位置変化

図6は「野馬分宗」動作における身体重心の3次元での位置変化を示している。横軸は時間を示し、縦軸は身体重心位置の変化を示している。図6のグラフに示されているように、X(左右)軸で(0.512m)位置変化が一番大きく、次はZ(前後)軸での(0.256m)位置変化で、Y(上下)軸での(0.091m)位置変化は少ない。この状況は被検者A, Bとも3種目の動作で同じ傾向であった。

6. 動作中膝関節の変化および身体重心高について

図7は、「野馬分宗」の動作種目での膝関節の角度変化を代表例として示したものである(被検者A)。膝関節は、立位時を180度とした。被検者Aは「野馬分宗」動作種目で左膝、右膝順で膝関節の平均角度は130±23度と136±15度、「云手」で146±15度と125±19度、「単鞭」で131±21度と134±18度、被検者Bはそれぞれ144±19度と128±16度、125±19度と134±21度、147±

25度と129±19度であった。被検者A, Bの3つの動作種目での身体重心高は、立位姿勢時の身体重心高0.97m(被検者A)に対して「野馬分宗」で0.81±0.03m、「云手」で0.84±0.02m、「単鞭」で0.85±0.01m、被検者Bは、立位姿勢時の身体重心高0.95mに対してそれぞれ0.87±0.03m、0.87±0.02m、0.90±0.01mと低かった。



図6. 「野馬分宗」動作中の身体重心の位置変化。X軸: 左右, Y軸: 上下, Z軸: 前後(単位: m)(被検者A)

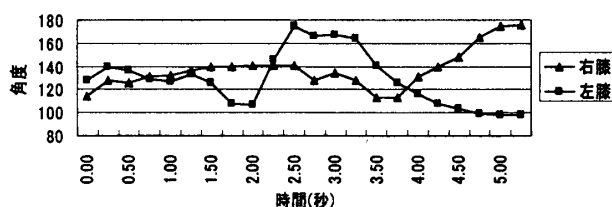


図7. 「野馬分宗」動作種目での膝関節の角度(足関節と膝関節の連結線と膝関節と股関節連結線とのなす角)変化。(単位: 度)(被検者A)

IV. 考察

1. 各局面における時間配分と動作特性について

図2では1例として(被検者A)、太極拳24式の各動作種目における各局面での時間割合を示し、表1では、被検者A, Bの各局面での総合時間と3つの局面が占める割合および24式を終わらせた総時間を示す。24式の所要時間と3つの局面における時間の割合からみると、両足支持局面が占める時間が最も長く、次に連結動作局面、片足支持局面の順となった。表1に示すように片足支持局面は被検者A, Bそれぞれ28.0%と25.9%であるが、両足支持局面のうち、虚歩部分を片足支持とみなしてその時間を合わせると、被検者Aの場合は片足支持時間が87.7秒で全時間の32.2%、被検者Bは127.9秒で31.7%あった。これは片脚で体重を支える時間の総量である。このことは片足支持という立位姿勢保持条件において太極拳の演技中の不安定な条件下で動作を行うことを意味し、注目すべきことと考えられる。これは、1つ、2つ動作種目を対象にし

て行った先行研究にはみられなかった結果である。すなわち、片足支持期を長くするのが太極拳の動作の特徴の1つであると推察される。

2. 身体重心位置及び足部の動作と支持面との関係

図4の4-1, 4-1-a, 4-1-bは、左足を運び出す前に両脚で支えた身体重心を支持足の右足に移動し、その右足で体重を支持する場面を意味する。図4-2, 4-2-a, 4-2-bは片足支持局面終了時を示している。すなわち、左足を運び出し、着地するまでの時点である。片足支持局面の体幹部分の身体重心軌跡を3次元的にみるとほとんど変化は認められないが、踵部の軌跡の変化が認められた。このことは身体重心を右足で支えたまま左足を運び出して着地していることを示すものである。すなわち、太極拳は運び出す足を離地させる時点から次に着地させる時点まで、片足のみで体重を支持していることが明らかになった。この結果は2名の被検者の「云手、野馬分宗、単鞭」のそれぞれ三つの種目の動作でも、同様の傾向が認められた。このような足部の移動の様式は、太極拳の動きで要求される静かに軽やかにという指摘を裏づけると同時に、演技者の安全性とともに片足支持の時間を増加させる結果になると理解される。図4の4-3, 4-3-a, 4-3-bに示す身体重心軌跡と踵の軌跡をみると、片足支持局面の終了後、すなわち、運び出す足が着地した時点から、身体重心の移動が開始されたことが容易に理解できよう。

図4-3-aに示すように、足は正面に対して斜めに運び出すことが観察される。このことによって、足が着地した後の重心の支持面を拡大することができ、前後左右共に安定性を高める歩法になるものと理解できる。これは、太極拳動作の特徴の一つと考えられるのである。このように足の運び出す方向や身体重心の移動方向とかは2次元解析では十分に解析しえないもので、3次元解析を通して明らかになったものである。

図5の5-1, 5-2, 5-3は、「野馬分宗」動作の両肩の動きを真正面、真上、真横からみた場面を順に示したものである。図5の5-2に示されるように、太極拳は体幹部の回転を伴う動きであることが理解できる。

図5の5-1-a, 5-2-a, 5-3-aは、「野馬分宗」動作の各部位の移動軌跡を真正面、真上、真横の順に示したものである。この結果から、太極拳は身体各部位を移動させて行う全身で表現する運動であることが理解できる。特に、上下運動が少なく、上肢の移動範囲が広く、かつその運動の軌跡は円弧状を呈する。

3. 各局面における身体重心の移動速度とその変化の特徴について

太極拳の動作の特徴は、身体全体が比較的ゆっくりとした動きにある。競技太極拳は演技時間が規定されており、その時間を外れると減点の対象となる。健康づくりのために行われる太極拳には必ずしも時間制限はないが、24式太極拳の場合は4～8分で終わらせるのが良いとされている。

表2に示すように、連結動作局面、片足支持局面、両足支持局面における3種目の身体重心の移動速度はほぼ同じであった。これを成人の普通の歩行速度(中村・斎藤, 1997) $1.39 \pm 0.23\text{m/sec}$ に比べると、7分の1程度に相当する。さらに、被検者A, Bとも3種目の動作の各局面での身体重心の移動速度のパターンは、両足支持局面が一番速く、次は連結動作局面、片足支持局面の順である。連結動作局面の速度が両足支持局面の速度より遅いのは、運び出す足を持ち上げる前の準備段階、つまり支持足に身体重心を移動する段階であり、安全性を確保しながら動くためであると思われる。片足支持局面で重心移動速度が遅いのは、片脚で動的バランスをとりながら他側の脚を運び出す動作を行う局面であるためと考えられる。両足支持局面で速度が比較的速いのは、両足が着地され、安全性が確保され、前半は速いが、後半はゆっくりとポーズを作っていくことにある。被検者A, Bにおける3種目の各動作局面での速度のパターンはいずれも同じ傾向であった。

図6に示すように、身体重心移動はX軸で(左右方向)大きく、次にZ軸(前後方向)であり、Y軸(上下方向)での重心の位置変化は少ないことが分かる。これは、一定の身体重心位置を保持した姿勢で動作を行ったことを示す。このような身体重心位置の保持には、図7に示すように両脚の膝関節の協調的な調整によるものであると考えられる。このことは太極拳の習熟過程で初心者と熟練者かを判断する際の主要な要素ともいわれている(陳曄ら, 1988)。

4. 動作速度の特徴と片足支持能力および生理学的意義

本研究から得られた太極拳の動作特性の中で、バランス機能との関連性にはゆっくりとした動きと片足支持期が時間的に長いという特性が重要な意味を持つものと考えられる。(図2, 表1, 表2)

「人間の身体運動には、動的な運動(dynamic movement)と静的な運動(static movement)がある。動的な運動の極限には「素早い動き」があり、静的な動きの極限には「ゆっくりした動き」がある(倉田, 2000)。移動を伴う運動においてヒトは、一般に比較

的速い動きの中ではバランスをとりやすいが、ゆっくりした動きの中でのバランス保持は困難である。

ヒトの発達過程では、ゆっくりした動きは神経筋の制御機能が成熟してからできるものと考えられる。小児は生まれて12ヶ月に座位から立ちあがり、片足支持から支持なしで一人歩き（処女歩行）ができるようになる。中枢神経の感覚統合制御機能が未熟な小児の歩行の特徴をみると片足支持期が短く、ケイデンス（steps/min）が速く、両脚間の距離が広いと報告されている（中村・斎藤, 1997）。これは片足立ち制御ができないために両脚間の距離を広げ、早い足運び、すなわち速い動きによって動的バランスを保持しているものと推察される。

また、3歳で片足立ちができて、6歳になると成人型歩行になるといわれる（中村・斎藤, 1997）。ヒトのゆっくりした動きは神経筋の制御機能の成熟を待たなければならないということである。すなわち、ゆっくりした動きの制御能力を高めることが立位姿勢保持能力を向上させ、移動運動における神経筋系の制御能力を高めることができるのではないと思われる。

姿勢の保持には、様々な反射と感覚器官が関与し、姿勢保持のための効果器として抗重力筋の作用はきわめて重要である。特に筋の収縮や伸展および緊張の変化を感覚する筋紡錘の機能は重要である（宮村, 1997）。

渡部（1997）は姿勢の保持に関して「 α - γ 連合」の神経機序の働きに触れ、特に、筋紡錘に関与する γ 神経の作用を重視している。すなわち、 γ 運動神経は、筋紡錘の緊張の度合いを調整し筋が収縮した場合でも、筋紡錘の感度が鈍らないように作用する。 α 運動神経と γ 運動神経との連携は、姿勢保持の機能の基本的作用をなすと指摘している。

太極拳の動作の特徴である、ゆっくりした動きとその変化および片足支持期は下肢の抗重力筋の機能を促し、筋紡錘および膝関節囊内の感覚受容器を活性化させるという大きな役割を果たすと考えられる。すなわち、このような α 運動神経と γ 神経との連携の活性が結果的に姿勢の調整能力の改善を導くことになるものと推察される。

V. まとめ

1. 太極拳24式において片足支持期は、全体の時間の30%以上を占めることが明らかとなった。
2. 太極拳は身体重心移動が遅く、動作が緩やかで、ゆっくりと行われるその特徴について定量的に示された。この特徴は、立位姿勢や移動運動でのバ

ランス保持においては、かえって困難な条件であると考えられる。したがって、このような条件下に適応することが、結果的にバランス能力を獲得することに寄与できるものと推察された。

3. 太極拳の動作に着目すると、最初の立位（起勢）から最後の立位（収勢）に戻るまで（片足支持でポーズを作る4つの動作を除いて）、一定範囲の高さに身体重心位置を保持したまま行うことが特徴である。このような一連の動作は、両脚の膝関節の協調的な作用によって行われていることが示唆された。
4. 太極拳における身体全体の動きはその移動軌跡をみると直線的ではなく、身体重心位置を基準に各関節部位は円弧を描いていることが分かった。さらに、片足支持期においては、立位姿勢保持のためには片足の筋力のみにも頼るのではなく、上、下肢の協調的な作用でバランスをとっていることが示唆された。
5. 太極拳の動作の特徴として支持足に身体重心位置を保持したまま他側の足の着地を行い、身体重心を移動することが示された。これは安全上好ましい特徴のひとつと考えられる。

おわりに

太極拳の特徴は、ゆっくりした動作の中に正確な身体表現を求められる点にある。すなわち、各自がある一定の様式で演ずることが要求される。考察の結果、一連の動作の安定性と安全性が様式化されていることが明らかとなった。このような結果から、太極拳は中・高齢者の健康維持バランス機能の維持または向上のための運動プログラムとして優れているものではないかと考えられる。これらの結果からは、木村らの研究結果で指摘された太極拳の実践と高齢者のバランス機能との関係についてある程度の客観的な根拠を示すことができたのではないかとと思われる。

【文献】

- 陳 崢・伊坂忠夫・石井喜八, 太極拳の野馬分宗と攢雀尾における重心移動, 渡部和彦編, スポーツパフォーマンスの環境/第9回日本バイオメカニクス学会大会論集'88. 杏林書院: 東京, 258-262.
- 藤原勝夫・外山 寛・浅井 仁・宮口明義・山科忠彦・碓井外幸・国田賢治, 老人の転倒問題に焦点を当てた平衡機能の評価及び訓練効果, 体力研究83, 1993, 123-134.

- 藤原勝夫, 姿勢の保持, 体育の科学3, 1995, 186-191。
藤墳規明, 運動と神経系, 宮村実晴編 最新運動生理学, 真興交易医書出版部, 1997, 東京, 83-89。
木村みさか・奥野 直・岡山寧子・田中靖人閉眼片足立ちと開眼片足立ちからみた高齢者の平衡機能, 体育科学24, 1996, 118-129。
木村みさか・岡山寧子・奥野 直・正埜信孝・橘 康生, 高齢者の運動・スポーツが平衡機能に及ぼす影響, 体育科学25, 1997, 111-119。
倉田 博, ゆっくりした動きの中で固有受容器からの情報はどうか活かされるのか, 体育の科学50(9), 2000, 683-688。
クルト・マイネル, スポーツ運動学 (金子明友訳), 大修館書店, 1981, 156-169。
Moller, C., 老人におけるバランストレーニング効果 (邦訳), 臨床スポーツ医学8(1), 1991, 33-39。
中村隆一・斉藤 宏歩行, 臨床運動学, 協同医書出版社, 1997, 324-326。
中澤公考, 随意運動と運動感覚, 体育の科学47(10), 1997, 775-780。
内藤久士, 高齢者のバランス能力, 体育の科学9, 1991, 719-724。
大野央人・永田久雄, 加速刺激に対する立位姿勢の安定性に関する研究 その3 (高年齢者における立位機能の低下), 人間工学30, 1994, 344-345。
渡部和彦, バランスを保つメカニズムと実際, 体育の科学47(10), 1997, 770-774。
山本高司, 運動と平衡機能, 体育の科学27(4), 1977, 283-288。
(主任指導教官 渡部和彦)