

本学学生の体格測定・体力テスト・骨強度測定

小谷 恭子

【緒言】

女性の生涯にわたる健康に多くの関心が寄せられている。健康維持・増進の方法は多岐にわたる。その中で重要な位置を占めるのが、身体運動を用いた方法である。しかし、経験則のみを頼りに身体運動を行うことは、健康の維持・増進よりも逆の効果をもたらす可能性が高くなることは周知の事実である。何よりも学術的に証明された方法を用いることが肝要となる。体力テストは、学術的に証明された種々の方法を行う際の基礎資料となる。体力テストは多種類・多岐にわたるが、教育研究機関で一般的に用いられているのが文部科学省が提唱している体力テストである。文部科学省は1999年度からそれまで行われた体力診断テストを発展改変した新体力テストを提唱し教育機関を中心に普及をはかってきた。本学では、体力診断テストを30年来継続的に行い、その分析結果を公表してきた。本学における新体力テスト導入は2001年度であった。近年、多くの教育研究機関において新体力テストの実施・分析が為されるようになってきており、本学で得られた資料と比較対象が可能となってきた。

そこで本研究の目的は、本学学生を対象として行った新体力テストの結果を分析し、その内容を公表・報告することである。更に筆者は、音響工学的手法を用いてヒトの尺骨の骨強度を測定し分析を行う研究グループの一員として一連の研究を行ってきた。そこで、本研究においても新体力テスト測定に参加した学生の内から被験者を募り骨強度測定を行った。骨強度測定の結果を分析し、新体力テストとの関係を中心に分析を加え報告することも目的とした。

【方法】

（被験者）本研究の被験者は、本学2003年度体育関連科目を履修した52名であった。学生は基本的に1年次生であり若干の上級学年生もいた。

（体格測定）身長、体重、体脂肪率、腕長の測定が行われた。身長は身長計を用い耳眼水平面に留意しながら測定を行った。体重並びに体脂肪率はタニタ社製体内脂肪計で測定を行なった。体重と体脂肪率から除脂肪体重を算出した。腕長は肘頭から尺骨頭までの長さをノギスで測った。

（体力測定）本研究で行われた体力テストは、文部科学省が1999年度に導入した新体力テストであった。文部科学省は新体力テストの対象年齢カテゴリーをいくつか提唱している。本学においては分析の利便性や資料の継続性など複数の条件を検討した後、20～64歳を対象とした新体力テスト（以下体力テスト）を採用した。測定項目は握力、上体起こし、長座体前屈、反

復横跳び、立ち幅跳び、20mシャトルランの5種目であった。具体的な実施方法の概要を以下に示す。

- (1) 握力：握力計の指針が外側になるように握り、この際握った人差し指の遠位・近位指節間関節共90度になるように調節する。立位姿勢で握力計を全力で握る。握力測定時は握力計を振ったり体側につけたりしないよう注意する。今回使用した測定器は、スメドレー式握力計であった。記録は(kg)でカウントされる。
- (2) 上体起こし：被験者は、仰臥姿勢をとり、両腕を胸の前で組み両膝の角度を90度に保つ。験者は、被験者の両膝をおさえ、固定する。「始め」の合図で、仰臥姿勢から両肘と両大腿部がつくまで上体を起こした後、すばやく開始時の仰臥姿勢に戻す。この動作を30秒間出来るだけ多く繰り返しその数をカウントし上体起こし(回)として記録した。背中が床につかない場合は、回数としない。
- (3) 長座体前屈：被験者は、両足を測定器の間に入れ、長座姿勢をとる。壁に背・尻をぴったりとつけ、背筋を伸ばすが、足首の角度は固定しない。この形をゼロポジションとする。肩幅の広さで両手のひらを下にして、手のひらの中央付近が、板の手前端にかかるように置き、肘を伸ばす。両手を板から離さずにゆっくりと前屈して、測定器全体を真っ直ぐ前方にできるだけ遠くまで滑らせる。このとき、膝が曲がらないように注意する。測定器を出来るだけ前方に移動させその移動距離を長座体前屈(cm)としてカウントした。測定器は竹井機器社製の長座体前屈計を使用した。
- (4) 反復横跳び：床上に線を引きその線(中央線)を中心にして100cm間隔で左右に線を引く。被験者は、まず中央線を跨ぎ立ち「始め」の合図の後、左右任意の線に触れるか越すまでサイドステップをし(ジャンプは不可)、次に中央線に戻り、再び反対側にサイドステップをする。この動作をくり返し20秒間の間に何回中央線と左右の線を踏めたかをカウントする(例：右、中央、左、中央で4回となる)。
- (5) 立ち幅跳び：マット(6m程度)を準備して、マットの手前(30cm~1メートル)の床にラインテープを張り踏み切り線とする。両足を軽く開いて、つま先が踏み切り線の前端にそろえるように立ち、両足で同時に踏み切って前方へとぶ。着地した足の踏み切り線に近い方の側の踵から踏み切り線までの垂線の長さを測り立ち幅跳びの距離(cm)として記録した
- (6) 20mシャトルランテスト(往復持久走)：プレーヤーによりCD再生を開始する。一方の線上に立ち、テストの開始を告げる5秒間をカウントダウンの後の電子音によりスタートする。一定の間隔で1音ずつ電子音が鳴るが、電子音が次に鳴るまでに20m先の線に達し、足が線を越えるか、触れたら、その場で向きを変える。この動作を繰り返す。電子音の前に線に達してしまった場合は、向きを変え、電子音を待ち、電子音が鳴った後に走り始める。20mを何回走ることが出来たかをカウントして回数とした。

以上の手順で測定を行った。測定時は学生にバディーシステムをとらせ2名1チームとし被験者と測定者を交互に行わせた。いくつかの種目は複数のバディーを組み合わせでおこなった。

(骨強度の測定) 骨強度の測定は、誠鋼社製健骨度チェッカ - ホネミカST-246 (以下ホネミカ) を用いた。この機器は、被験者の尺骨に加振するための本体、振動を採取するためのマイクそして演算処理を行うためのパソコンから構成されている。測定はパソコンのディスプレイで固有振動数・波形を確認し最適な波形を選択するようにおこなわれた。ホネミカで採用されている測定方法の理論的背景は梁の横振動を説明する、 $f_i = \frac{i^2}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$ (i : 振動モード、 f : 固有振動数、 E : 弾性係数、 I : 断面2次モーメント、 A : 断面積、 E : ヤング率、 ρ : 密度、 L : 長さ) 理論式がもとになっている。この理論式を構成し物体の強度を表すのが E/I (イーパイロー) である。ホネミカはこの理論式での f (振動数) と L (長さ: ノギスを用いて測った尺骨頭から肘頭までの距離) を実測して E/I を算出し、この値をヒトの骨 (尺骨) 強度とする。ここでの E/I は、実測が困難な項を無視し近似的に算出されている。ホネミカの対象とする骨は非利き側の尺骨である。この手順は軟部組織の影響をできるだけ除去するためである。

統計処理を主に SPSS 統計処理ソフトを用いて行った。有意水準は5%と以下とした。

【結果】

骨強度測定の結果、平均値は392、標準偏差値は115、最大値は706最小値は207となった。表1には、体格測定の結果が示されている。表2には、新体力テストの結果が示されている。表3には、体格測定並びに新体力テストで得られた各測定項目から2変数を抽出し相関分析を行い相関係数並びに有意水準を表に示した。図1には、新体力テストにおける各測定項目の平均値を文部科学省が提唱する基準を用いて点数化 (10段階) した結果をレダチャートに示した。図2は体重と体脂肪率の回帰分析の結果を示した。図3は体重と除脂肪体重の回帰分析の結果を示した。図4は骨強度と握力の回帰分析の結果を示した。

表1 本学学生の体格測定より得られた、身長・体重・体脂肪率・除脂肪体重・腕長の各平均値、標準偏差値、最大値、最小値、被験者数

単位	身長	体重	体脂肪率	除脂肪体重	腕長
	cm	kg	%	kg	cm
平均値	159.88	53.85	27.20	38.95	23.63
標準偏差値	5.34	8.97	6.75	3.80	1.25
最大値	171.5	74.7	42.8	48.1	28.2
最小値	149.5	40.3	16.4	32.2	20.7
被験者数	52	52	42	42	42

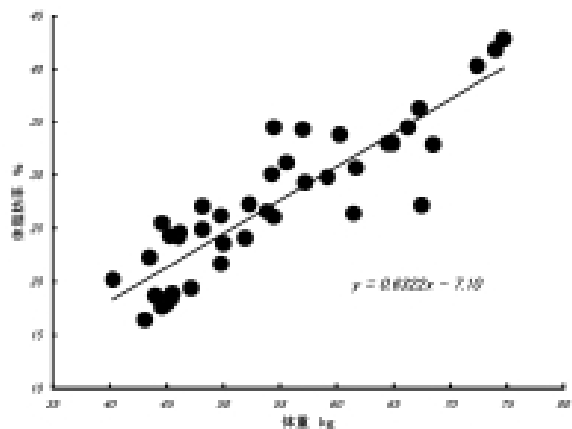
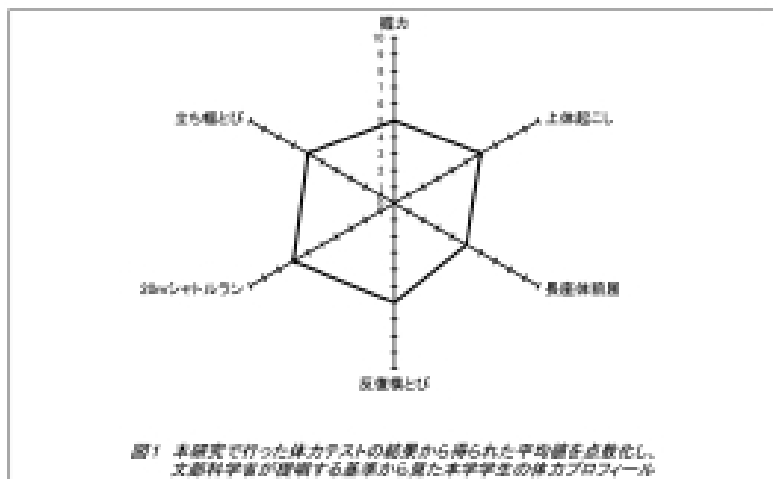
表2 本学学生の体力テストの結果より得られた、握力・上体起り・両膝体反復横跳び・立ち幅踏み・片足立ち・20m走・50m走の各平均値、標準偏差値、最大値、最小値、被験者数

	握力	上体起り	両膝体反復横跳び	立ち幅踏み	片足立ち	20m走	50m走
単位	kg	回	回	cm	回	分	分
平均値	28.22	15.69	42.43	41.59	135.89	1:00.75	1:00.45
標準偏差値	3.76	4.74	10.35	9.40	13.89	20.45	20.45
最大値	43.00	30	58.00	32	77	2:00	2:00
最小値	14.75	7	18.00	26	17	1:20	1:20
被験者数	52	32	32	32	29	32	32

表3 本研究の体格測定、体力テストで得られた各測定項目を対象とした皮相相関分析の結果

	骨強度	身長	体重	体脂肪率	腹筋筋力	握力	上体屈曲筋力	長座体前屈	反復跳び	20mシャトルラン	立ち幅跳び	
骨強度		0.258	0.114	-0.107	0.205	0.884	0.382	0.062	-0.335	0.55	-0.88	-0.111
身長			0.133	-0.013	0.25	0.134	0.243	0.359	0.003	-0.002	-0.083	-0.004
体重				0.888	0.878	0.189	0.488	-0.161	-0.020	-0.084	-0.142	-0.354
体脂肪率					0.378	-0.109	0.182	-0.191	0.118	-0.084	-0.17	-0.445
腹筋筋力						0.587	0.648	-0.183	-0.080	0.07	-0.132	-0.439
握力							0.488	-0.082	-0.188	0.037	0.242	-0.082
上体屈曲筋力								0.519	-0.02	0.149	0.087	0.178
長座体前屈									0.18	0.384	0.084	0.292
反復跳び										0.349	0.134	0.351
20mシャトルラン											0.440	0.297
立ち幅跳び												0.461

● 相関係数が0.4未満で有意(両側検定)
 ● 相関係数が0.7未満で有意(両側検定)



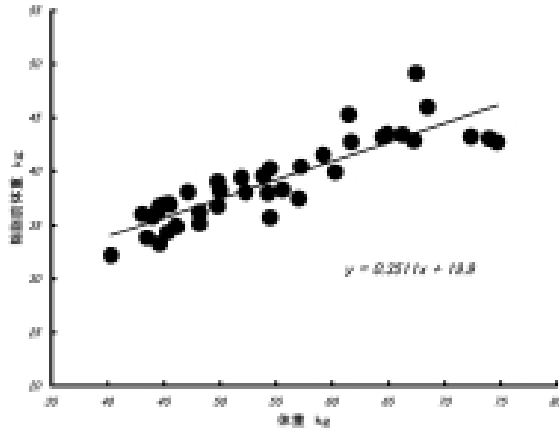


図3 体重と骨量測定結果を回帰分析した結果

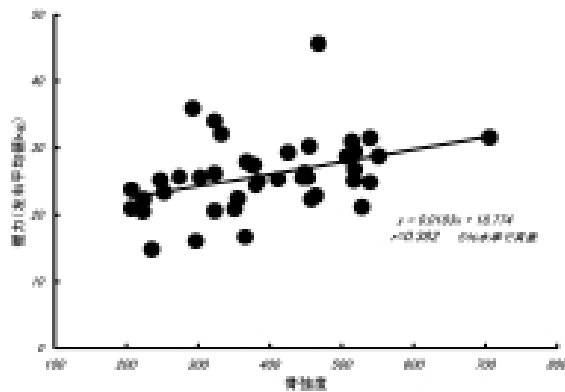


図4 骨密度と握力を回帰分析した結果

【考察】

本研究の対象となった学生から得られた体格測定値並びに体力テスト測定値を先行研究と比較してみる。文部科学省が平成12年度に全国で行われた体格・体力テストを集計分析した資料⁶⁾から体力テスト各測定項目の全国平均値を抽出した。

この資料に示された18歳群、19歳群を本学の学生より得られた資料の比較対象とした。身長⁷⁾の全国平均値は18歳群で157.93cm、19歳群で158.61cmであった。本学の159.68cmは、全国平均値のいずれの年齢群よりも大きな値であった。体重の全国平均値は、18歳群50.97kg、19歳群が51.47kgであった。本学学生の体重は53.85kgと全国平均値のいずれの年齢群よりも大きな値となった。握力の全国平均値は18歳群は27.12kg、19歳群は27.64kgであり、本学学生は26.22kgであった。上体起こしの全国平均値は18歳群で19.19回、19歳群では18.85回であり、本学学生は16.69回であった。長座体前屈の18歳群45.24cm、19歳群44.49cmに対して本学学生は42.43cmであった。、反復横とびの18歳群43.34回、19歳群は43.95回であった。本学学生は

41.59回であった。20mシャトルランの全国平均値は18歳群43.31回、19歳群は44.09回であった。本学学生は35.66回であった。立ち幅とびの全国平均値は18歳群165.46cm、19歳群は167.84cmであった。本学学生は160.75cmであった。本学学生の体力テストの結果は全国平均値の18歳群、19歳群のいずれと比較しても全ての測定項目で低い値となった。ここで行われた全国平均値との比較において、特記事項は、本学学生の20mシャトルランにおける著しい低値である。他大学のとの比較では、関西学院大学の2002年度体育関連科目受講学生（女学生）の場合では⁵⁾、握力が26.80kg、上体おこしが19.30回、長座体前屈が46.40cm、反復横とびが46.00回、20mシャトルランが52.90回、立ち幅とびが156.50cmであった。関西学院大学の学生の測定値は立ち幅とびを除いて大きな値であった。ここでも、特に20mシャトルランにおける本学学生の著しい低値が確認できた。関西大学⁴⁾の19歳女学生の値は、握力が24.9kg、上体おこしが19.9回、長座体前屈が44.0cm、反復横とびが41.8回、20mシャトルランが51.5回、立ち幅とびが173.2cmであった。握力は本学学生の値が1.3kgほど大きな値であった。やはり本学学生の20mシャトルランは、著しい低値が確認された。(社)全国大学体育連合⁷⁾が平成14年度に体力測定調査報告書を著している。この報告において、本学と同程度の学校規模と考えられる大阪樟蔭女子大学が実施した体力テストの測定結果が示されている。ここでは、握力が27.15kg、上体おこしが20.45回、長座体前屈が46.43cm、反復横とびが39.29回、20mシャトルランが49.51回、立ち幅とびが169.90cmであった。いずれの測定項目も大阪樟蔭女子大学の値と比較して本学学生より得られた測定値が低い値であった。三大学との比較では本学学生の体力テスト全般にわたる低値が確認された。特に持久性、言い換えれば有酸素運動遂行能力の指標となる20mシャトルランの著しい低値は特筆すべき点である。このことは本学学生の現在や将来にわたる健康問題に重大な疑問を投げかけていると言わざるを得ない。理由は「我々が生きている現代社会は、身体運動の絶対的な不足を導くライフスタイルに加え、栄養学的な面における高カロリー食の蔓延により、体内脂肪の過度の蓄積が指摘できる。この過度に蓄積された体脂肪が主な原因となり引き起こされる疾病が生活習慣病である。この生活習慣病はここで指摘するまでもなく多くの問題や危機を現代社会にもたらしている。そこで、現代社会に生きる我々は積極的にしかも的確・安全に脂肪のコントロールをしなければならない。その際に重要なツールとなるのが栄養学的な面でのコントロールと平行した身体運動の賦課である。そしてここで用いられる身体運動は脂肪を効率よく燃焼させる有酸素運動であり、有酸素運動の能力の指標となるのは20mシャトルランである。」とまとめられる。実際、本学学生の体脂肪率の平均値は27.20%であり「やや肥満」に属している。更に個々の測定値を分析すると、体脂肪率の測定を受けた42人中25人が体脂肪率25%以上の「やや肥満」並びに30%以上の「肥満」に属していることが確認された。文部科学省は体力テストの各測定値を10点満点の点数化し評価する基準値を提唱している。この基準を基に本学学生から得られた各測定値の平均値を点数化しレ・ダ・チャ・トに表したもの

が図1である。各得点は5点から6点の間にあり、絶対値は低いがバランスがとれた体力の構成にはなっていると考えることが出来る。文部科学省は点数の合計点から体力年齢を算出することも提唱しており、本学学生の測定値の平均から求められた体力年齢は45～49歳になった。平均的な本学学生の暦年齢20歳と比較してみると2倍強にあたる。体力構成の全体を見ても大きな問題を本学学生達は内在させていると考えられる。体力テストの各測定項目間の相互関係を示した表3から見ると相関関係で有意な関係があったのは、上体起こしと20mシャトルラン、反復横とびと20mシャトルラン、20mシャトルランと立ち幅とびであった。6測定項目から2測定項目と抽出した際の組み合わせは15通りある。ここで有意な相関関係が見られた測定項目の反復横とびと20mシャトルランは脚運動と脚運動、20mシャトルランと立ち幅とびも脚運動と脚運動であった。瞬発性(反復横とび、立ち幅とび)と持久性(20mシャトルラン)の動作様式が異なり、動員筋線維の様式が異なると考えられる運動形態でも有意な相関が見られた。このことは競技選手に施されるような細分化・専門化された脚運動の指導よりも、本学学生が属する一般方への指導にはシンプルな歩く、走る、跳ぶ等の基本運動の中から一種類をトレーニングすることで瞬発性から持久性までの必要最低限の能力を獲得できる可能性が示唆された。上体起こしと20mシャトルランに有意な相関関係が見られたことに関しては現段階において明確な分析は出来ない。ただ、「上体起こしの動作を起こすのは主に体幹の筋群であり、特に腹部の役割は大きいと考えられる。走運動は脚のみだけで動作を起こすわけではなく体幹の筋群(腹部の筋を含む)も多く動員されることは明白である。その結果、上体起こしと20mシャトルランの有意な関係が見られた」可能性を考えることはできる。体重と有意な相関関係にあったのが体脂肪率と除脂肪体重であった。それぞれの関係を回帰分析した結果が図2, 3である。ここで、体重と体脂肪率の回帰分析から得られた回帰式は $y = 0.6322x - 7.109$ であった。一方、体重と除脂肪体重の回帰分析から得られた回帰式は $y = 0.3511x - 19.9$ であった。回帰式の傾きが2倍近く体重対体脂肪率の方が大きくなっている。これは、体重の増加に対する除脂肪体重の増加よりも体脂肪率の増加が著しいことを示している。体脂肪率と除脂肪体重には有意な相関関係が見られたがそれぞれの体重との相関関係と比較して弱い関係であった。このことは、体重に対する体脂肪率と除脂肪体重の増加率の違いからデータのばらつきを生じ、ここから導かれた結果だと考えられる。体重、除脂肪体重と有意な関係が見られた体力テストの項目に握力があった。体重対握力の相関係数は0.469、除脂肪体重対握力の相関係数が0.648であった。除脂肪体重は筋量に比例し筋量は筋力発揮に比例することは広く知られている。体重と握力の相関係数が除脂肪体重と握力の相関関係より低かったのは体重があっても除脂肪体重が低く、筋力の弱い学生の存在が関係すると推察できる。これも上述した体重に対する脂肪率と除脂肪体重の増加率の違いから導かれた結果であると考えられる。又、握力と腕長に有意な相関関係が見られたのは、筋力は筋量に比例し、筋量 = 筋の太さ × 長さの関係があることから導かれた

結果であると考えることができる。立ち幅とびに対して体脂肪率は、有意な負の相関関係にあった。この原因は、体脂肪を動作に対するおもりでありパフォーマンスに対してネガティブな影響を与えたと考えられることができる。除脂肪体重も立ち幅とびに対して負の相関関係が見られた。本来、除脂肪体重は動作の成果であるパフォーマンスにはポジティブの影響を示すはずである。しかし、本研究のこのような結果は体重と脂肪率、除脂肪体重の関係で述べたように体重に対する除脂肪体重の増加率より、脂肪率の増加率が大きいことから導かれた結果と考えられる。本学学生の高体重群は体重の増加に比例して筋量が増加せず脂肪太りの傾向があると考えられる。理想的には、除脂肪体重が増加しても脂肪率が増加しないのが望ましいと言える。もちろん、女性は適度な体脂肪を体内に蓄積していないと女性としての生理機能に不全を来すことは記述するまでもない。しかし、過度の脂肪の蓄積は女性といえども健康に関して大きなリスクファクターを有することは認識しておかなければならない。除脂肪体重と腕長、身長と上体起こしに有意な相関関係が見られたが本研究で得られた資料からの考察は困難であった。

本研究のもう一つの目的である骨強度測定の被験者は42名であった。本研究の骨強度の平均値は392であり、平均値を河鱒が提唱する評価基準値²⁾に当てはめると5段階中4に値する。河鱒らは¹⁾骨強度測定時の骨強度と腕長の強い相関関係に指摘している。本研究においても同様の結果が見られた。骨強度と握力、骨強度と除脂肪体重にも有意な相関関係が見られた。この点も河鱒³⁾が指摘している「筋力因子と骨強度の強い関係が存在する」という知見と一致した。

以上のように、本学学生の体力テストに分析を加えた。結果、本学学生の体力は全国平均値や他大学に所属する学生の値と比較して低い値であることが判明した。とくに持久性（有酸素運動遂行能力）の指標となる、20mシャトルランの著しい低値から、本学学生は現在並びに将来にわたる身体運動を通しての健康維持・増進に対するリスクファクターを有すると言える。又、高体重群の脂肪太りの傾向が見られた。骨強度は平均値で見ると比較的高い評価値であった。

本研究で得られた知見を今後も大学における体育関連科目の基礎資料とし活用し、学生に対して現在よりも更に進んだ内容の授業を提供して行きたいと考えている。

今回の研究の対象者は本学の体育関連科目に参加している学生である。本学の体育関連科目は選択制であるので、体育関連科目を履修した学生は、濃淡はあれ身体運動に積極的に参加する意志がありかつ実行にしていると考えられる。体育関連科目を履修した学生は本研究で報告した体力テストの低値やここから派生する現在や将来にわたる健康へのリスクファクターを、体育関連科目で得られた知識と実践行動で軽減しゼロに近づける可能性を有していると考えられる。しかし、著者が危惧するのは、選択制の陰に隠れ体育関連科目を履修せず、本学で過ごす時間以外も身体運動を通しての健康管理に関心を持たない学生の存在である。このような学生が持つ健康のリスクファクターは体育関連科目を履修した学生と比較してかなり大きなも

のであると結論づけられる。

失ってしまった健康を取り戻すことは容易なことではなく、又、健康はなくしたときにその重要性をはじめて認識できる。このような共通認識を持ちつつある我々が健康問題に多大な関心を払うのは至極当然と言える。この共通認識が本学においても認知されることを希望してやまない。

【参考文献】

- 1) 河鱒一彦, 小谷恭子, 甲斐知彦, 中山俊一 (2000), 固有振動数を用いた骨強度測定, 関西学院大学スポーツ科学健康科学研究, 第3号, 37-43.
- 2) 河鱒一彦 (2001): 本学学生を対象とした骨強度評価基準値, 関西学院大学スポーツ科学健康科学研究, 第4号, 13-16.
- 3) 河鱒一彦 (2002): 多変量解析を用いた骨強度の分析 - 重回帰分析法と主成分分析法を用いて - , 関西学院大学スポーツ科学健康科学研究, 第5号, 13-17.
- 4) 関西大学 (2003): かんだい体育2003年度版.
- 5) 溝畑潤, 甲斐知彦, 河鱒一彦 (2003): 本学学生の体力について - 第3報 - - 2002年度春学期履修生の測定結果より - , 関西学院大学スポーツ科学健康科学研究, 第6号, 35-39.
- 6) 文部科学省スポーツ・青年局 (2001): 平成12年度体力・運動能力調査報告書.
- 7) 社団法人 全国大学体育連合情報部 (2003): 平成14年度体力測定結果調査報告書 (国公立大学, 私立大学, 短期大学) 第12号.