

幼児における遊びとスポーツの運動量の比較 (効果的な運動および体力向上の方策に関する研究)

羽崎泰男¹⁾、渡辺恒一¹⁾、村田光範²⁾

- 1) こどもの城体育事業部
- 2) 東京女子医科大学附属第二病院小児科

研究要旨

遊びが自然に行われていた時には、体力作りの手段として、あるいはスポーツとの関連などを検討することがそれほどなかった。本研究では、遊びとスポーツ的な遊びの比較を受けて、スポーツ的な遊びとスポーツの運動量を比較検討した。

研究目的

一般的にはスポーツ的になればなるほど、技術や戦略が重視され、アンティシペーション(予測)やむだな動きをなくしていくことで、エネルギーの消費を押さええていくといった極めて高度なスポーツ的な発想が存在する。あるいは、複雑で厳格なルールは、自然に動きを静止する機会が多くなり全体としては、時間の割に運動量が少ない事実もある。幼児期にも同様に、スポーツに近くなればなるほど運動量が減少するのかを測定し、その結果により、遊びからスポーツまでの線上で方法論を展開することを可能にしていこうとしている。この方法は、保育園、幼稚園や最近幼児の活動を積極的に取り入れるようになった児童館、児童センターなどに反映させていく狙いがある。

研究方法

(対象) 渋谷区神宮前にある、こどもの城の体育講座(5、6歳)に通ってくる幼児男女10名。しっかりと汗をかくほどに体を動かすことを基本的なコンセプトに、通常から遊び的な要素を加えながら活動が展開されている。

(方法) 測定は14.3×21.5メートルの体育室で実施された。周りにフェンスをはり、ボールデッドの状態を極力少なくする方法がとられた。したがって、一般的な室内サッカー(フットサル)とは異なったルールを用いている。もともと、室内サッ

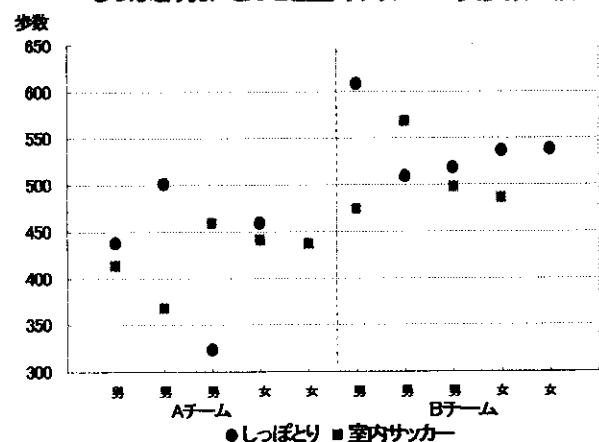
カーはルールを簡単にしていることもあり、ボールをゴールするといった指示の中で展開した。時間は3分間とし、男女10名の幼児には前もってデジタル表示の万歩計を装着し、3分間のしっぽ取りチーム戦と室内サッカーの数値を比較した。

研究結果と結論

これまでに、鬼ごっこ、しっぽ取り鬼ごっこ、しっぽ取り鬼ごっこ、しっぽ取り鬼ごっこチーム戦と遊びから徐々にスポーツ的なものに変化していく過程を比較してきた。今回はよりスポーツ的な、あるいはスポーツとして考えられている室内サッカーの運動量を万歩計の数値を通して得ることができた。ボールという道具が介在したことで、ボールコントロールといった異なった条件が加わったこともあるが、万歩計の数値は少ない値を示した。さらに、興味深いのは、チームによって動きの量が決定していることである。

本研究では、プレイの中断を押さえ、時間内に運動量をあげる試みもされていたにもかかわらず、値が低かったことは、予想されていたスポーツの特性が幼児にも見られたということである。勝敗やゴールすることへの意識が強まることで、技術的、戦略的になったことがその要因といえる。したがって、幼児期の運動量を増やすには、遊び的なスポーツが適しており、チーム単位で動きの質が決まってきていることは、その編成にも配慮が必要ということである。

しっぽとりおにごっこと室内サッカーの実歩数比較



厚生科学研究費補助金(子どもの家庭総合研究事業)
分担研究報告書

小児期からの総合的な健康づくりに関する研究
分担研究項目：生活環境と子どもの骨発育に関する研究
分担研究者 清野佳紀 岡山大学小児科教授

研究要旨 小児期の骨発育を適正なものにするための努力は小児の健全な発育に重要であるばかりでなく、成人における骨障害、ひいては老年期における骨粗鬆症の予防のためにも重要である。本年度は本研究班が一貫して行ってきた栄養・運動による介入効果をさらに確実なものにするとともに、病的な小児における骨の健康の面から検討を加えた。栄養に関する検討においては2年間のカルシウム補充によって骨塩量は確実に上昇することを確認するとともに、カルシウム栄養評価法についても検討した。また、スクリーニングにおける被曝の問題に関してもX線を用いない超音波による評価法についてもその妥当性を示す成績を得た。さらに、病的な小児においては、低出生体重児における栄養介入の必要性の問題、重症心身障害者における骨折の危険因子の問題を明らかにした。

研究目的：

小児期の骨量獲得におけるカルシウム摂取の役割を明らかにする目的で 1)カルシウム強化の効果を前方視的に検討した。また、2)食事からのカルシウム摂取量と骨量の関係をX線被曝の問題のない測定法である脛骨皮質の超音波測定法を用い横断的に検討した。

カルシウム補充の腰椎骨密度に及ぼす介入効果

対象と方法：

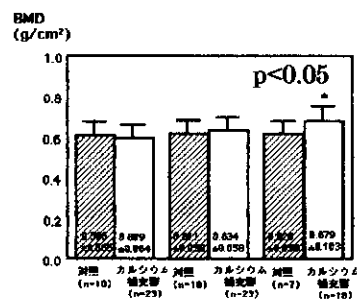
6歳から9歳までの健常ボランティアを対象に、文書による腰椎骨密度測定の方法、カルシウム補充の方法について説明を行い、同意の得られた例のうち、カルシウム補助食品1日600mgを使用し、食事指導も合わせて、1日1000mg以上のカルシウム摂取を指導した。10例は非指導非補充群として、補充群との間の骨量の差を検討した。現在、開始して3年目まで追跡可能な症例は補充群6例、非補充群2例であり、現在2年目までのデータが得られている例は補充群18例、非補充群7例であった。カルシウム摂取量は食事調査票にて行ったところ、1年目非補充群 $931 \pm 177\text{mg/day}$ 、補充群 $1383 \pm 211\text{mg/day}$ 、2年目非補充群 $777 \pm 197\text{mg/day}$ 、補充群 $1334 \pm 144\text{mg/day}$ 、3年目補充群 $1204 \pm 422\text{mg/day}$ で目的とした補充量は達成できていることが確認できた。しかし、その一方で3年目は補充食品の摂取が困難であった例も認められた。なお、骨密度の評価は、DXA法(Hologic QDR-1000W)にて第2-4腰椎のBone mineral densityで行った。

研究結果：

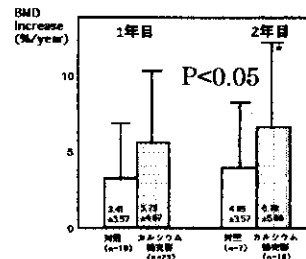
2年目までの計測値を解析すると、腰椎骨密度は1年目終了時に対照群に比し、既に若干高値をとる

が、2年目終了時には統計的に有意に高値を示した。腰椎骨密度の年間増加率を比較すると、症例毎の著しい差異を認めるが2年目には有意の腰椎骨密度増加の促進を認めた。

カルシウム補充中の腰椎骨密度



カルシウム補充中の腰椎骨密度増加率



食事からのカルシウム摂取量と骨量に関する検討

対象及び方法：

岡山市内の健常人 1676名(男性862名、女性814名；年齢7~19歳)を対象に検討を行った。骨計測法は、Soundscan 2000(Myriad Ultrasound System)を使用して、脛骨前面の超音波伝播速度(speed of sound; SOS)を測定し、年齢別の正常値を設定し、それを元に各計測値をZ-scoreで表し

た。カルシウム摂取量は、主なカルシウムの摂取源である乳製品の1週間の摂取量を質問紙により調査した。

結果：

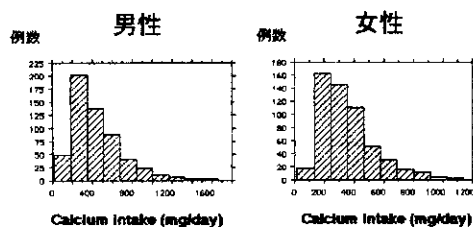
乳製品からのカルシウム摂取量は、男性 372 ± 172mg/日、女性 328 ± 159mg/日であった。摂取量の分布を評価すると大半の例が 400mg を下回っているのが明らかであった。

脛骨の SOS は思春期発来時期に一致したスパートを伴う劇的な年齢に伴う変化を認め、性ホルモンなどの影響が推定される。乳製品摂取に関しても、7歳から19歳の年齢層では、総食品摂取量が増えるため、SOS およびカルシウム摂取量を年齢毎の平均値からの隔たりとして Z score で評価した。結果は以下に示すように、弱いながらも有意の正の相関関係を認めた。年齢別に検討すると、女性において小学校低学年～中学年（7～10歳）の集団で、乳製品摂取量と SOS の関係が最も強く認められた($r=0.298, p<0.05$)。男性においては年齢差を認めなかった。

考察：

カルシウム摂取量に加えて、骨計測値に影響すると考えられる因子は、内的因子として、性ホルモンをはじめとする内分泌環境、外的因子として、運動をはじめとする力学的負荷が重要と考えられる。女性における月経の発来の有無は脛骨の計測値に重要な因子であり、10～12歳の集団においては、初経発来例が初経未発来例に比して有意に高値であった（初経発来例 3731 ± 138m/sec, 初経未発来例 3664 ± 122m/sec, $p<0.05$ ）。

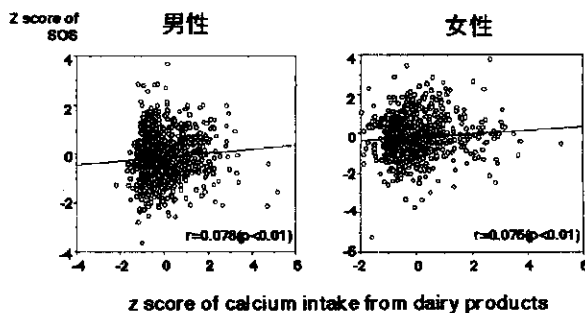
乳製品からのカルシウム摂取量



女性で認められたカルシウム摂取効果の年齢差は、上記のように思春期における性ホルモン分泌の個人差が、もう一つの重要な因子となるため、集団としては明らかな関係を示さなかったと考えられた。脛骨の超音波計測法は、荷重骨である脛骨の皮質骨を評価する方法である。力学的負荷、及び性ホルモンの役割が重要と考えられる皮質骨においても、カルシウムの摂取量が超音波伝播速度の増加に重要な役割を担っていることが明らかとなった。そして、

その効果は、内的因子の変動が少ない、思春期前の学童でより明らかであったが、思春期以後の年齢については、個々の縦断的検討が必要である。

乳製品からのカルシウム摂取量と脛骨超音波計測値



研究総括：

小児期の骨発育を適正なものにし、健全な成人に成長するための介入方策を明らかにするとともに、病的状態で出生した小児も健康な骨を持ち得るような方策を確立するために、本研究班では 1) 健常小児に対する栄養・運動による介入の効果を示すこと 2) 長期臥床児、低出生体重児における骨障害の実態の把握とそれに対する有効な介入方策の確立することを目的に研究を行ってきた。我々の施設および研究協力者の時田らは健常小児におけるカルシウム補充による栄養介入効果を検討するとともに、安全な骨の評価法である超音波を用いた骨量測定装置の妥当性を検討した。栄養介入の結果、後述するように2年間のカルシウム補充によって有意の骨塩量の増加促進効果を確認した。時田らは踵骨の超音波測定はDXA法で求めた腰椎の骨塩量と良好な相関を示し、超音波によって小児においても骨の評価が可能であることを示した。研究協力者の西山は重症心身障害者の骨塩量を測定した結果、重症心身障害者の多くは低骨塩量であり、低体重、運動能力の低下、抗痙攣剤の服用、女性における無月経は低骨塩量の危険因子であることを明らかにし、これらの危険因子を元に栄養管理・運動療法で骨塩量増加への介入を行う必要があることを示した。研究協力者の船戸らは、低出生体重児の骨塩量は出生体重によって強く規定されていることを子宮内発育不全児においても示し、低出生体重児に対する現在の栄養介入は骨に関しては不十分であることを示唆し、何らかの栄養介入方策の必要性を示唆した。今後、健常児においては栄養介入にとって最も効果的な期間の検討、超音波骨評価法の確立を目指し検討を進める必要がある。病的な小児においては有効な介入方策の作成を行うとともに、対象疾患を肥満、痩せに拡大し検討を加える必要がある。

小児期の骨の部位別骨密度に関する研究

(生活環境と子どもの骨発育に関する研究)

時田章史、石川明道、勝又清恵、西沢恭子、畔野篤、田和俊也

順天堂大学医学部小児科

研究目的:骨粗鬆症の一次予防の為に小児期より骨密度を高めることは重要であるが、カルシウム摂取と骨密度に関する関係には諸説があり、この一部は骨密度の測定法、栄養調査法の違いによると考える。そこで、小児の骨を部位別に様々な機種種の骨密度測定装置を用いて検討した。

研究方法:関東地方の小学校2校中学校1校を対象に本研究の趣旨を説明し両親の承諾が得られた6歳から15歳までの女兒262名を対象とした。骨密度の測定は腰椎、大腿骨頸部は

HologicQDR4500(DXA)踵骨はLunarA-1000(超音波)橈骨はStratecXCT-960(pQCT)を用いた。なお、測定に際してはX線被曝量などについて説明し保護者から同意の得られた児童のみを対象とした(骨塩量測定は全対象の約60%)。

研究結果:年齢別骨塩量値を図に示す。腰椎および大腿骨頸部は11歳から有意の上昇を示す。この間の相関は $r=0.79$ と良好であった。橈骨遠位端4%における総骨密度BDと海綿骨密度TBDは6歳から10歳にかけて徐々に減少した後、上昇するが、橈骨遠位20%の皮質骨、腰椎、踵骨では骨塩量は6歳から13歳まで年齢とともに増加した。各骨塩量のパラメーター間の相関を表に示す。

考察:踵骨のstiffness、橈骨遠位端20%の皮質骨骨塩量は腰椎および大腿骨頸部のそれと良好な相関を示し、今後骨塩量のスクリーニングとして有用である。一方橈骨遠位4%の骨塩量は明らかに他の骨と異なる年齢変化を示し、長管骨の長軸方向への成長に一致して一過性に低下を示した。小児期における骨折の多発部位が前腕であることをあわせて

考えると今後臨床的な意義を検討していく必要があると考えた。

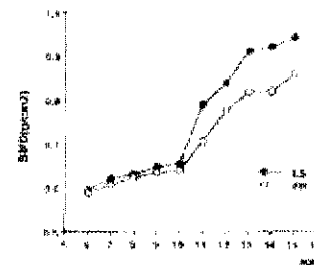
結論:多くの骨塩量測定法間の相関は良好であった。中でも踵骨のstiffness、橈骨遠位20%皮質骨骨塩量は今後骨塩量スクリーニングに有用な方法である。一方、橈骨遠位4%の骨塩量は他の骨と異なり、その臨床的意義を明らかにする必要がある。

表 骨塩量測定パラメーター間の相関

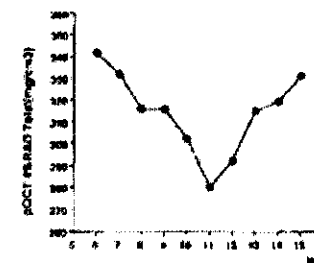
	QDR4500		XCT-960			A-1000		
	LS	FN	BUA	SOS	Stiff	BD	TBD	CD
LS		0.79	0.52	0.37	0.53	0.01	0.22	0.44
FN			0.47	0.45	0.54	0.22	0.39	0.39
BUA				0.45	0.88	0.04	0.09	0.32
SOS					0.82	0.18	0.34	0
Stiff						0.07	0.24	0.2
BD							0.88	0.11
TBD								0.03

LS: Lumbar Spine, FN: Femoral Neck, BUA: Broadband Ultrasound Attenuation, SOS: Speed of Sound, Stiff: Stiffness, BD: Bone Density, TBD: Trabecular Bone Density, CD: Cortical Density,

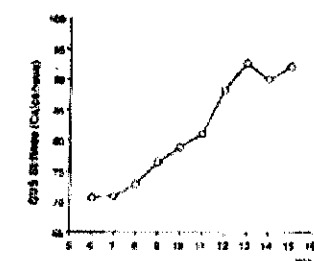
図 年齢別骨塩量



DXA 法による
骨密度



橈骨遠位4%
pQCT による骨
塩量



踵骨の超音波に
よる骨塩量

周産期に脳障害を受けた患者の骨塩量の検討
(生活環境と子どもの骨発育に関する研究)

西山宗六、木脇弘二 熊本大学小児科
引地 亨、松葉佐 正 芦北学園

研究目的：周産期に脳障害を受けた重症心身障害者（重心者）では、些細な外力で骨折し、その治療のための運動制限は更に生活の質の低下を招く。本研究は重心者における低骨塩量の病態を明らかにし骨折の危険を未然に回避する方策を確立することを目的に行った。

研究方法：熊本県南部の重症心身障害者施設芦北学園入所中の 189 名を対象に、Hologic 社製 DEXA QDR-100 を用いて第 2-第 4 腰椎骨塩量 (BMD) を測定し、Z-スコアで評価した。なお基準値には福永が報告したものをを用いた。

抗痙攣剤は全く服用していないものを「投与なし」とし、それ以外のものを「投与あり」とした。運動能力は大島による基準で分類されている者を解析の対象とし「寝たきり」「座れる」「歩行障害 or 歩く」の 3 群に分けた。体重は性別・年代群毎に平均値を求め、その平均より重いものを「平均より重い」軽いものを「平均より軽い」とした。男性 20 名女性 19 名については IGF-I,IGFBP-3,テストステロン、エストラジオール、LH, FSH を測定しこれらの患者は BMD の Z スコアから 3 群に分け、内分泌環境と BMD の関連について検討した。

研究結果：性別年齢別の BMDZ 値を図 1 に示す。BMD の Z スコアは男性で $-9.36 \pm 1.75SD$ 、女性では $-8.59 \pm 1.88SD$ の間に分布し日本人基準値に比較して著しい低値を示した。骨塩量は抗痙攣剤の投与の有無(図 2)、運動能力(図 3)、体重で群分けすると抗痙攣剤投与群、寝たきり群、低体重群で有意に低値を示した。さらに、女性では月経のないものがあるものに比して有意の低値を示した。しかしながら今回検討した内分泌要因では明らかな差は認めることが出来なかった。

結論：腰椎骨塩量は 20-40 才男性では $-3.89SD$ 、女性では $-2.72SD$ と著しい低値を示し、男性、抗痙攣

剤服用、運動能力の低下、低体重が低骨塩量の危険因子であった。また、女性ではこれに加えて無月経のものが低骨塩量を呈した。これらの危険因子を持つ患者を中心に骨塩量増加のための管理法を確立することが必要である。

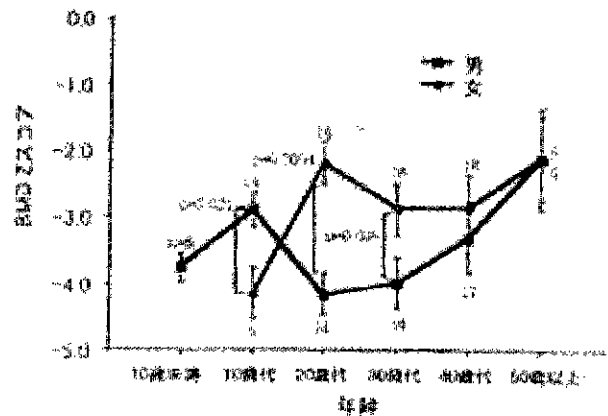


図1 年齢性別別の骨塩量の Z スコア

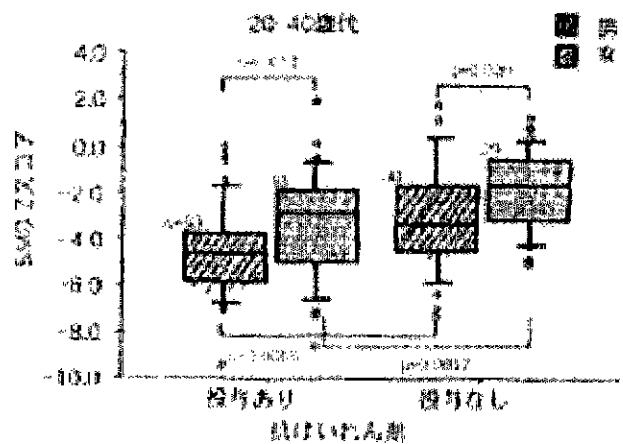


図2 BMD の Z スコアに対する抗痙攣剤投与の影響

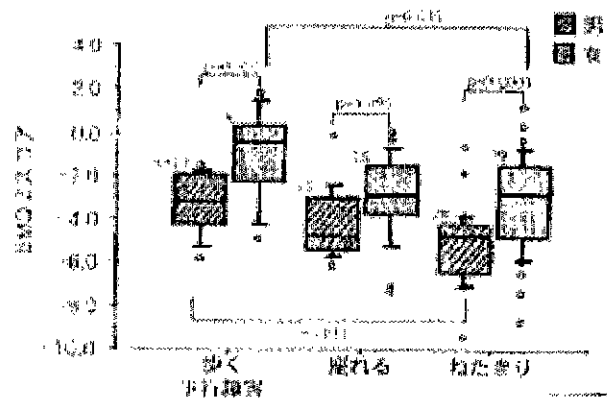


図3 運動能力と BMD

子宮内発育遅延児(IUGR)の骨密度に関する研究
(生活環境と子どもの骨発育に関する研究)

船戸正久、山倉慎二、和田浩、玉井晋
淀川キリスト教病院

研究目的: 低出生体重児の栄養評価に二重 X 線吸収法(DXA)による腰椎の骨密度(BMD)測定は非常に有用である。子宮内発育不全児(IUGR)は胎内で既に栄養不良の状態であるが、骨密度の適正体重児(AFD)との違いは不明である。そこで低出生体重児のなかでも IUGR と AFD の違いについて検討した。

研究方法: 1995-1997 年の 3 年間に NICU に入院した新生児の内、先天奇形、重度慢性肺疾患を除き安定した経過をたどった 2500g 未満の IUGR23 例を対象とした。IUGR は出生体重が在胎週数の基準値の 10%タイル未満とした。対象の平均在胎週数は 36.3±2.5 週(30-40)平均出生体重は 1568±712g(880-2074)である。対象が在胎週数で修正して満期となった時点で第 2-4 腰椎の骨密度を QDR-2000 を用いて測定し在胎週数、出生体重、身長、検査日の体重身長等のパラメーターとの相関を検討した。さらに同時期に出生した低出生体重児 AFD54 例をコントロールとして用い比較を行った。

研究結果: 在胎週数で修正した満期相当における骨密度は、その時点における体重身長との相関は認めず、AFD 児と同様に在胎週数、出生体重、出生身長と良好な相関を示しなかでも出生体重は最も良好な相関を示した($r=0.843$)。AFD と比較したところ、IUGR では在胎週数は当然有意に高いが、それ出生体重、骨密度に差を認めず、IUGR においても骨密度は出生体重に強く規定されることがしめされた。

考察: IUGR は子宮内において低栄養状態にある。しかし、それを客観的に評価する方法は出生体重以外に確立していない。IUGR はこの反面 AFD に比べ在胎週数が進んでおり経腸栄養が比較的

順調に進むことが多く、生後の栄養管理には特に注意が向けられていないのが現状である。今回の結果は低出生体重児においては IUGR, AFD に関わらず出生体重が満期相当時の骨密度を決定していることを示すものであり、これは出生後の栄養管理が体重の増加は見られるものの、骨代謝の面からは不十分であり、胎内における栄養供給を代償しきれていないことを示唆する。例え IUGR であっても他の低出生体重児同様、積極的栄養介入が必要である。

結論: 1) IUGR の満期相当における骨密度は出生体重と相関した。2) IUGR であっても他の低出生体重児同様、積極的栄養介入が必要である。

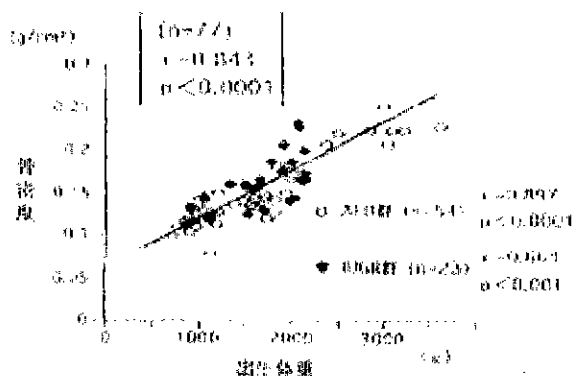


図 IUGR 児と AFD 児の骨塩量と出生体重の相関

表 IUGR と AFD の骨密度の比較

	AFD 群 (n=38)	IUGR 群 (n=38)	p
在胎週数	32.1±3.6	36.8±1.9*	<0.0001
出生体重	1836±631	1800±334	ns
満期相当における骨密度	0.159 ±0.039	0.172 ±0.031	ns