

四肢長管骨の長軸方向の成長と骨量・骨密度変化との関連性

The association between the longitudinal growth of appendicular long bones and the change of bone mass and bone mineral density

スポーツ医科学研究領域

5006A045-6 高橋直美

研究指導教員： 鳥居俊准教授

【序論】

近年、子どもの骨折発生率が増加しており、30年前の約3倍にもなっている。男子の骨折発生率のピークは中1～中2であり、これは30年前と同様の結果である。骨折発生要因の1つに骨密度(Bone Mineral Density: BMD)があげられる。骨折歴のある子どもは骨折歴のない子どもに比べて骨量(Bone Mineral Content: BMC)が低いことが報告されており、BMDが低い子どもは骨折リスクが高くなる。成長期にBMDは急増するというのが一般見解であるが、最大身長増加速度(Peak Height Velocity: PHV)のときにはBMDが低下するという報告がある。これらのことから、成長に伴うBMC、BMDの変化が骨折発生に起因している可能性が考えられる。そこで本研究では、全身および部位別の骨長増加とBMC、BMD増加の関連性を明らかにすることを目的とした。

【研究1】子どもの全身の骨成長

目的: 男子の身長増加と全身BMC、BMD増加の関連性を明らかにすることを目的とした。

方法: 8歳～15歳の男子237名を対象とし、二重エネルギーX線吸収法(Dual energy X-ray Absorptiometry: DXA)法を用いた骨密度測定装置 DelphiA-QDR (Hologic社)を用いてWhole body modeにて全身BMC、BMDを測定した。

結果および考察:

12～14歳頃に身長が急激に増加したことから、PHVはこの付近であることが示唆された。身長および全身BMC、BMDを相対化し、近似曲線により、その推移を示した。身長と全身BMCは同様の変化をしておらず、身長増加とBMC増加にはタイムラグがあることが示唆された。また、身長と全身BMDの近似曲線の差は12.08歳で最大となり、その後、身長の増加に全身BMDの増加が追いついてくる傾向が見られた。身長増加がピークを迎えたと考えられる12歳頃に全身BMDの増加が最も抑制されていたことから、PHVの時期にタイムラグがあり、またその時期にはBMD増加が抑制されていたことが明らかになった。

【研究2】全身および部位別の骨成長の経時変化

目的: 12～14歳に着目した縦断研究を行い、全身および部位別の骨長増加とBMCおよびBMD増加の関連性を明らかにすることを目的とした。

方法: 地域のサッカークラブに所属する男子中学生27名を対象とし、中1春～中2秋の18ヶ月間に6ヶ月間隔で計4回、【研究1】と同様の測定を行った。またsub-regionにて上腕骨、大腿骨骨幹部BMC、BMDを算出し、さらにDXAの画像上から骨長を算出した。各項目の推移および中1春～中1秋の約6ヶ月間をA期、中1秋～中2春をB期、中2春～中2秋をC期とした(図1)。

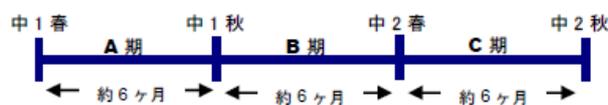


図1:測定期間

結果および考察:

骨長増加とBMCおよびBMD増加の関連性を検討した。全身ではB～C期に骨長増加とBMC増加のタイムラグが生じた。また、骨折が多く発生する上肢、下肢において、上腕骨では利き腕がB期、大腿骨では利き脚がA期、利き脚ではA～B期にタイムラグが生じた。さらにその期間、BMD増加は抑制されていたことから、このタイムラグが骨折発生の一因となっている可能性が示唆された。成長のスパートの期間は発育の個体差が特に顕著であることが報告されている。本研究では中1春～中2秋の4回の測定を行ったが、この期間は成長期の発育の個人差のため値のバラつきが大きく、骨長増加とBMC増加のタイムラグ期間は明らかにできなかった。

【研究3】成長段階における全身および部位別の骨成長の経時変化

目的: 成長段階の個人差を考慮し、骨長増加とBMC増加のタイムラグ時期、期間を明らかにすることを目的とした。

方法: 研究2の対象者の出生時～現在の身長を入手し、成長曲線解析ソフトAUXAL3.1に当てはめて、PHV年齢を推定することにより成長段階を考慮し、研究2の結果を再検討した。

結果および考察:

本研究の対象者のPHV年齢は 13.35 ± 0.99 歳であり、先行研究のPHV年齢と一致した。PHV経過年数における骨長およびBMC増加率の近似曲線の頂点を求めた。【研究1】【研究2】同様、成熟度を考慮しても骨長増加はBMC増加と同様の変化を

しないことが明らかになった。すなわち骨長増加率とBMC増加率のピークの差が骨長増加とBMC増加のタイムラグであると考えられる。全身のタイムラグ期間は1.35年であり、先行研究と一致した。さらに上腕骨、大腿骨においても全身とほぼ同期間のタイムラグがあることが明らかになった。また、タイムラグ期間にはBMD増加が抑制されていた。全身のタイムラグはPHV-0.48年~PHV+0.87年、上腕骨のタイムラグは利き腕ではPHV-0.41年~PHV+0.29年、非利き腕ではPHV-0.60年~PHV+0.17年、大腿骨のタイムラグは利き脚ではPHV-1.66年~PHV-0.28年、非利き脚ではPHV-1.23年~PHV+0.02年であったことから、部位によりタイムラグ期間が異なり、全身と上腕骨はほぼ同時期で、大腿骨のタイムラグはそれよりも早期に起こっていることが明らかになった。全身および部位別の長管骨には上肢、下肢の成長時期のタイムラグに骨長増加とBMC増加のタイムラグが加わることで、上腕骨と大腿骨ではタイムラグ時期が異なり、さらに骨折リスクが高まる時期が異なることが示唆された(図2)。

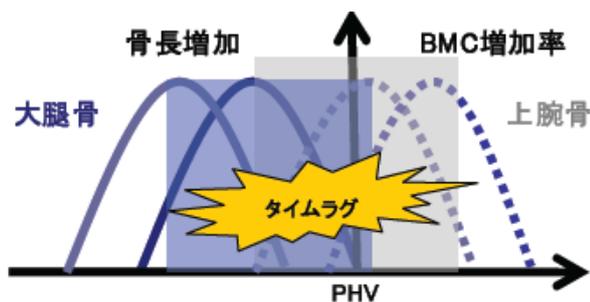


図2:長管骨成長のイメージ図

【総合考察】

【研究1】、【研究2】、【研究3】から明らかになった骨長増加とBMC増加のタイムラグの時期は男子の骨折発生率がピークの時期と一致したことから、タイムラグが骨折発生要因の1つとなっていることが示唆された。このタイムラグは成長過程において誰にでも生じる現象であり、決して回避できるものではないと考えられる。PHV期の骨折の予防策としては、タイムラグが起こる以前にBMDを高めておくことがあげられる。PHV期以前の運動がその後のBMC、BMD獲得に有効であるという報告からPHV期以前であると考えられる小学生期の運動が骨折予防に有効であると考えられる。

【結語】

本研究はDXA法により、全身および部位別の骨長増加とBMCおよびBMD増加の関連性を検討することを目的とし、以下の2点が明らかになった。

- 1) 全身同様、上腕骨、大腿骨にも骨長増加とBMC増加には約1年間のタイムラグがあり、その時期にBMD増加は抑制されていた。
- 2) 大腿骨のタイムラグは上腕骨よりも早期に起こっていた。

今後、本研究で示された結果は成長期の骨の発育様式を明らかにし、この時期の骨折予防に大きく貢献する資料になると考えられる。