

Etude de la densité minérale osseuse chez les adolescentes handballeuses : A propos d'une étude de 20 cas

Dalila Mrabet Bahri *, Asma Selmi*, Mohamed Abdelkéfi**, Mondher Mbarek**, Héla Sahli*, Slaheddine Sellami*

* Service de Rhumatologie. EPS La Rabta, Tunis

** Service d'Orthopédie. Centre de traumatologie et des grands brûlés. Ben Arous.

Faculté de Médecine de Tunis. Université Tunis El Manar

D. Mrabet Bahri, A. Selmi, M. Abdelkéfi, M. Mbarek, H. Sahli, S. Sellami

D. Mrabet Bahri, A. Selmi, M. Abdelkéfi, M. Mbarek, H. Sahli, S. Sellami

Etude de la densité minérale osseuse chez les adolescentes handballeuses : A propos d'une étude de 20 cas

Study of bone mineral density in adolescent handball players: About a study of 20 cases

LA TUNISIE MEDICALE - 2013 ; Vol 91 (n°11) : 633-637

LA TUNISIE MEDICALE - 2013 ; Vol 91 (n°11) : 633-637

R É S U M É

Prérequis : L'activité physique pratiquée pendant l'adolescence semble corrélée à la masse osseuse présente en fin de croissance.

But : Déterminer l'effet du handball pratiqué régulièrement par des adolescentes sur les paramètres anthropométriques et densitométrique.

Méthodes : Une étude transversale de type cas-témoins a été menée au service de rhumatologie de l'EPS La Rabta, et a permis d'inclure des adolescentes handballeuses de haut niveau, qui ont été comparées à un groupe témoin apparié par l'âge et le sexe, mais sédentaires. Nous avons évalué pour nos deux groupes les paramètres anthropométriques et densitométriques.

Résultats : La masse maigre (MM), la masse grasse (MG), les valeurs moyennes des DMO au rachis lombaire et aux fémurs de nos sportives étaient significativement supérieures à celle des témoins sédentaires. Concernant le contenu minéral osseux (CMO), une différence statistiquement significative a été mise en évidence entre les groupes de sportives et d'adolescentes sédentaires. Des corrélations positives et significatives ont été trouvées entre certains paramètres anthropométriques et les mesures de la DMO, du CMO et de l'aire de mesure osseuse.

Conclusion : La pratique régulière du handball semble être un facteur ostéogénique. Il pourrait être conseillé chez des adolescentes en période de croissance afin d'optimiser le capital osseux.

S U M M A R Y

Background: The physical activity during adolescence seems to correlate with bone mass at the end of the growth period.

Aim : To determine the effect of handball regularly practiced by teenage girls on the anthropometric parameters and bone mineral density.

Methods: Cross-sectional case-control, made in the rheumatology department of the Rabta hospital, has enrolled adolescent handball players of high level, which were compared to a control group matched by age and sex, but sedentary. We evaluated our two groups for anthropometric parameters and BMD.

Results: The lean mass (LM), fat mass (FM), the mean values of BMD at the lumbar spine and femur of our sports were significantly higher than that of sedentary controls. On bone mineral content (BMC), a statistically significant difference was observed between groups of sedentary and athletic teenagers. Positive and significant correlations were found between anthropometric parameters and measurements of BMD, BMC and of bone area.

Conclusion: The regular practice of handball seems to be an osteogenic factor. It may be advisable in adolescents during the growth period to optimize the bone.

M o t s - c l é s

Densité minérale osseuse, sport, handball, adolescent, croissance.

Key - w o r d s

Bone mass density, sport, handball, teenager, growth.

Il est actuellement admis que l'activité physique pratiquée durant l'adolescence est corrélée à la masse osseuse présente à la fin de la période de croissance ("peak bone mass") (1,2). Il semble qu'à la puberté, le squelette soit particulièrement réceptif à des stimuli issus de mouvements (2). Même si elle se limite à la deuxième décennie de vie, une activité sportive intense a des effets importants (augmentation du "capital osseux") (2). Or, ce capital osseux joue un rôle décisif par rapport au risque de fractures dues à l'ostéoporose chez le sujet âgé. Il est donc très probable que les possibilités d'agir de façon préventive sur la santé du squelette, au cours de la deuxième décennie de la vie, ont été sous-estimées jusqu'à présent. L'activité physique pendant l'enfance et l'adolescence est associée à une augmentation de la densité minérale osseuse (DMO) mais également à la taille osseuse. Cependant, plusieurs paramètres semblent conditionner le gain de masse osseuse lié à l'activité sportive, notamment le type de sport pratiqué, son intensité et l'âge de début de cette activité. Nous nous sommes proposés, à travers une étude transversale type cas-témoins, menée au service de rhumatologie de l'EPS La Rabta, de déterminer, chez des adolescentes handballeuses de haut niveau, la mesure de la DMO, du contenu minéral osseux (CMO) et de l'aire osseuse aux différents sites de mesure, et de comparer ces résultats avec ceux d'adolescentes appariées avec l'âge mais sédentaires.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I/ Type de l'étude

Nous nous sommes proposés, à travers une étude transversale de type cas-témoins comportant un groupe de sportives et un second groupe de témoins appariés par l'âge et le sexe mais sédentaires, de :

- recruter des adolescentes pratiquant régulièrement le handball;
- procéder à des mesures anthropométriques (taille, poids et indice de masse corporelle) ;
- procéder à des mesures densitométriques, afin de déterminer la DMO en g/cm², le contenu minéral osseux (CMO en g), l'aire (cm²), la masse grasse (MG en kg), la masse maigre (MM en kg) et le pourcentage de masse grasse et de masse maigre (% MG et % MM).

Cette étude a été menée après avoir obtenu le consentement des adolescentes et de leurs parents. Elle est conforme aux lois imposées par le comité d'éthique.

II/ Population d'étude

1. Groupe d'étude :

Il s'agit de 17 handballeuses, d'âge moyen $15,87 \pm 0,7$ ans. Elles appartiennent à la catégorie minime de niveau national. Elles pratiquent régulièrement le handball depuis trois à cinq ans, entre trois et quatre heures par semaine, soit un volume horaire de 4,5 à six heures hebdomadaires. Ces jeunes handballeuses participent à des compétitions nationales.

2. Groupe témoin :

Le groupe contrôle est constitué de 20 collégiennes en bonne

santé, sédentaires, appariées pour l'âge avec les sportives avec un âge moyen de $15,37 \pm 0,8$ ans. Ces adolescentes ne pratiquent aucune activité sportive extrascolaire.

III/ Critères d'exclusion

Ont été exclu de notre étude les adolescentes qui avaient une pathologie susceptibles d'avoir un retentissement sur le métabolisme osseux, en particulier, une affection digestive chronique, hépatique ou rénale. De même, ont été écartées de notre étude les adolescentes sportives chez lesquelles il y avait la notion d'une prise médicamenteuse pouvant influencer le métabolisme phosphocalcique (corticoïdes, hormones thyroïdiennes ...).

IV/ Etapes de l'étude

1. Questionnaire

Pour les besoins de notre travail, nous avons établi un questionnaire exhaustif pour recueillir les renseignements concernant nos jeunes athlètes, comportant entre autre la date de naissance, les antécédents pathologiques personnels et familiaux et les renseignements inhérents à l'activité sportives.

2. Détermination de la ration calcique journalière

Nous avons menée une enquête alimentaire approfondie afin d'évaluer la ration calcique consommée quotidiennement par nos sportives.

3. Mesures anthropométriques

Nous avons procédé à la prise du poids (kg), la taille (cm) et au calcul de l'indice de masse corporelle (IMC= masse en kg/ taille en m²) pour chaque sujet de notre groupe de sportives mais également de témoins sédentaires.

Le poids a été apprécié à 0,1 kg près à l'aide d'un pèse-personne et la taille à 0,1 cm avec une toise.

4. Mesures densitométriques

Nous avons pu déterminer avec précision, grâce à l'absorptiométrie biphotonique à rayons X, par technique DEXA (LUNAR PRODIGY), la composition corporelle en MM (kg), MG (kg) et les pourcentages de MM et de MG. Nous avons aussi procédé à la détermination du rapport graisse androïde/gynoïde.

Dans une seconde étape, nous avons mesuré, grâce à l'ostéodensitométrie, la DMO en g/cm², le CMO en g, l'aire osseuse en cm², au niveau de plusieurs sites : le rachis lombaire (L1-L4), le col fémoral moyen, membres supérieurs (bras), membres inférieurs (jambes) ainsi qu'au niveau du corps entier.

5. Analyse statistique

Les données ont été saisies au moyen du logiciel Excel 2007 et analysées au moyen du logiciel SPSS version 11.5.

- Etude descriptive :

Nous avons calculé des moyennes et des écart-types et déterminé l'étendue (valeurs extrêmes = minimum et maximum) pour les variables quantitatives.

- Etude analytique : Comparaison de moyennes

Les comparaisons de 2 moyennes sur séries indépendantes ont été effectuées au moyen du test non paramétrique de Mann et Whitney. Les comparaisons de plusieurs (> 2) moyennes sur séries indépendantes ont été effectuées au moyen du test F de

Snedecor d'analyse de la variance paramétrique (ANOVA à un facteur), et en cas de faibles effectifs par le test H de Kruskal-Wallis d'analyse de la variance non paramétrique.

- Etude des liaisons entre deux variables quantitatives

Les liaisons entre 2 variables quantitatives ont été étudiées par le coefficient de corrélation des rangs de Spearman. Dans tous les tests statistiques, le seuil de signification p a été fixé à 0,05.

RÉSULTATS

Le groupe des sportives était apparié avec celui des témoins sédentaires en ce qui concerne l'âge et le sexe. En effet, la moyenne d'âge de nos handballeuses était de $15,7 \pm 2,1$ ans ; celle des témoins était de $15,3 \pm 2,7$ ans. Le groupe des sportives était constitué par une élite nationale puisqu'elles pratiquaient le handball de haut niveau depuis en moyenne $4,76 \pm 2,56$ ans, à raison de 6,2 heures hebdomadaires en moyenne. La ration calcique journalière était plus élevée chez les sportives avec une moyenne de $959,05 \text{ mg/jour} \pm 389,5$ versus $872,26 \pm 172,7 \text{ mg/j}$, sans que cette différence ne soit statistiquement significative ($p=0,433$).

Les différents paramètres anthropométriques de nos sportives sont résumés dans le tableau 1 et sont comparés à ceux du groupe témoin. La MM moyenne de nos sportives était de $38,7 \text{ kg} \pm 4,3$. Celle des témoins sédentaires était de $32,68 \pm 4,6 \text{ kg}$. Cette différence est statistiquement significative ($p=0,04$).

Tableau 1 : Caractéristiques anthropométriques des groupes étudiés

Mesures	Handballeuses (N=17)	Contrôles (N=15)	p
Poids (kg)	$63,8 \pm 13,3$	$56 \pm 9,1$	0,17
Taille (cm)	$166 \pm 6,5$	$164 \pm 6,81$	0,853
IMC (kg/m ²)	$22,45 \pm 3,9$	$20,85 \pm 3,2$	0,316
MG (kg)	$24,3 \pm 9,8$	$32,68 \pm 4,6$	0,334
% MG	$37,2\% \pm 7,4$	$32,7 \pm 3,1$	0,257
MM (kg)	$37,7 \pm 4,3$	$32,68 \pm 4,6$	0,04
Graisse A/G	$0,7718 \pm 0,12$	$0,7713 \pm 0,11$	0,473

La MG moyenne de nos sportives était de $24,3 \text{ kg} \pm 9,8$. Celle des témoins sédentaires était de $23,7 \pm 7,1 \text{ kg}$ ($p=0,334$). Le pourcentage de MG moyen de nos sportives était de $37,2\% \pm 7,4$. Celui des témoins sédentaires était de $32,7 \pm 3,1$ ($p=0,257$). Le rapport graisse androïde/gynoïde moyen de nos sportives était de $0,7718 \pm 0,12$; celui des témoins non sportives était de $0,7713 \pm 0,11$. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre ces deux groupes d'adolescentes ($p=0,473$). A l'inverse, la valeur moyenne de la DMO au site lombaire L1-L4 était statistiquement supérieure chez nos sportives ($1,26 \pm 0,1 \text{ g/cm}^2$) versus celle de nos témoins sédentaires ($0,98 \pm 0,12 \text{ g/cm}^2$) avec un $p < 10^{-3}$ (tableau 2). La valeur de la DMO moyenne au col fémoral était de $1,07 \pm 0,3 \text{ g/cm}^2$ chez nos sportives versus $1,03 \pm 0,2 \text{ g/cm}^2$ chez nos témoins sédentaires.

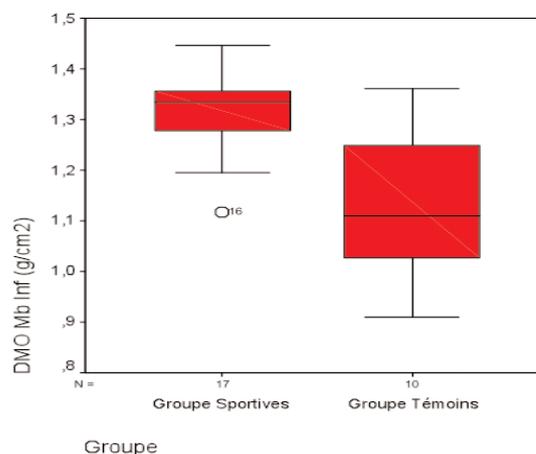
Toutefois, cette différence n'était pas statistiquement significative ($p=0,759$). La DMO du fémur total moyen était de $1,14 \pm 0,09 \text{ g/cm}^2$ dans le groupe des handballeuses et de $0,84 \pm 0,5 \text{ g/cm}^2$ dans le groupe des adolescentes sédentaires. Cette différence était statistiquement significative ($p=0,00$).

Tableau 2 : Caractéristiques densitométriques des groupes étudiés

Sites/DMO	Handballeuses (N=17)	Contrôles (N=15)	p
L1-L4	$1,262 \pm 0,103$	$0,987 \pm 0,12$	$<10^{-3}$
Col fémoral	$1,07 \pm 0,29$	$1,035 \pm 0,23$	0,759
Fémur total	$1,137 \pm 0,96$	$0,841 \pm 0,49$	0,001
Membres Sup.	$0,876 \pm 0,05$	$0,76 \pm 0,07$	$<10^{-3}$
Membres Inf.	$1,315 \pm 0,77$	$1,117 \pm 0,14$	0,015
Corps entier	$1,1689 \pm 0,065$	$1,0339 \pm 0,103$	0,016

La valeur de la DMO moyenne aux bras était statistiquement supérieure chez nos sportives ($0,87 \pm 0,05 \text{ g/cm}^2$) comparativement à celle de nos témoins sédentaires ($0,76 \pm 0,06 \text{ g/cm}^2$) avec un $p < 10^{-3}$. Aux membres inférieurs, la valeur moyenne de la DMO était supérieure à celle des bras puisqu'elle était de $1,32 \pm 0,77 \text{ g/cm}^2$ chez nos sportives versus $1,12 \pm 0,14 \text{ g/cm}^2$ chez nos témoins sédentaires. Cette différence était statistiquement significative entre les deux groupes avec un p égal à 0,015 (figure 1).

Figure 1 : Variation de la DMO aux membres inférieurs selon le groupe d'étude



La valeur moyenne de la DMO au corps entier était de $1,17 \pm 0,77 \text{ g/cm}^2$ chez nos sportives versus $1,03 \pm 0,1 \text{ g/cm}^2$ chez nos témoins sédentaires. Cette différence était aussi statistiquement significative avec un $p=0,016$.

La valeur du CMO moyen était statistiquement plus élevée chez les handballeuses par rapport aux témoins sédentaires aux sites

corps entier, membres supérieurs, membres inférieurs, tronc et bassin (tableau 3). Le seul site où il n'a pas été noté de différence significative du CMO était le rachis.

Tableau 3 : Caractéristiques du contenu minéral osseux des groupes étudiés

Sites/CMO	Handballeuses (N=17)	Contrôles (N=15)	p
Rachis	249,658 ± 37,25	194,68 ± 66,65	0,06
Bassin	345,49 ± 47,23	199,57 ± 84,12	<10 ⁻³
Membres supérieurs	325,576 ± 44,91	236,245 ± 46,61	<10 ⁻³
Membres inférieurs	1019,03 ± 155,73	656,379 ± 242,42	<10 ⁻³
Tronc	795,57 ± 206,11	526,168 ± 215,16	0,003
Corps entier	2609,058 ± 366,06	1960,63 ± 359,34	<10 ⁻³

La valeur moyenne de l'aire de mesure osseuse au corps entier était de 2248,0 ± 218,92 g chez nos sportives versus 1830,4 ± 220,35 g chez les témoins sédentaires, cette différence était également statistiquement significative (p<10⁻³). Les résultats de l'aire de mesure osseuse dans les deux groupes sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Valeurs de l'aire de mesure osseuse des groupes étudiés

Sites/Aire de mesure osseuse	Handballeuses (N=17)	Contrôles (N=15)	p
Rachis	230,47 ± 24,53	186,67 ± 26,84	0,3
Bassin	286,71 ± 34,13	213,13 ± 32,84	0,06
Membres supérieurs	369,07 ± 48,54	344,0 ± 161,196	0,532
Membres inférieurs	829,776 ± 144,51	624,533 ± 94,73	<10 ⁻³
Tronc	884,57 ± 99,08	677,076 ± 113,308	0,04
Corps entier	37,2% ± 7,4	32,7 ± 3,1	<10 ⁻³

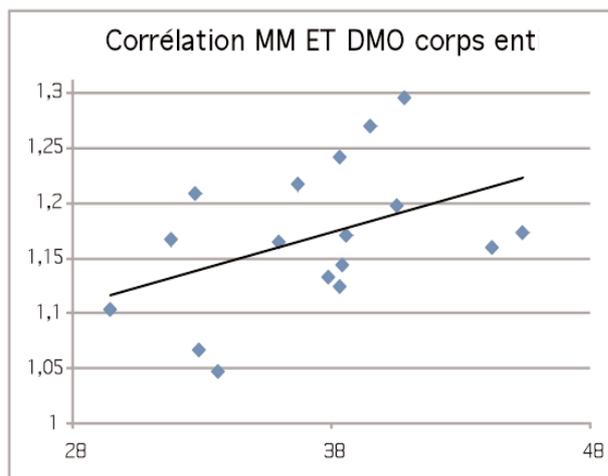
Il a également été mis en évidence une différence statistiquement significative entre l'aire de mesure osseuse aux sites tronc et membres inférieurs avec un p respectivement de 0,04 et <10⁻³ (tableau 4).

Concernant l'étude de corrélation entre les différents paramètres anthropométriques d'une part et les résultats, aux différents sites de mesure, de la DMO, du CMO et de l'aire de mesure osseuse d'autre part, elle a permis de démontrer de nombreuses relations positives et significatives. En particulier, il a été relevé que la MM semble être corrélée à la mesure de la DMO aux membres inférieurs et au fémur total moyen. La MG semble aussi être corrélée à la DMO aux membres inférieurs mais également à la DMO corps entier (figure 2).

Par ailleurs, la MM semble être corrélée au CMO aux différents sites de mesure en dehors du site « tronc ».

Aussi, la MM semble être corrélée à l'aire de mesure osseuse aux sites corps entier, membres supérieurs, membres inférieurs, tronc et rachis. La MG, quant à elle, semble être corrélée à l'aire de mesure osseuse aux sites corps entier, tronc et rachis.

Figure 2 : Corrélation entre masse maigre MM (kg) et densité minérale osseuse (DMO) corps entier (g/cm²) dans le groupe des sportives



DISCUSSION

Les résultats de notre étude ont montré une augmentation statistiquement significative de la DMO moyenne au corps entier dans le groupe des adolescentes sportives versus les adolescentes sédentaires. De même, la valeur du CMO moyen était statistiquement plus élevée chez les handballeuses par rapport aux témoins sédentaires aux sites corps entier, membres supérieurs, membres inférieurs, tronc et bassin. Il a également été mis en évidence une différence statistiquement significative entre l'aire de mesure osseuse aux sites tronc et membres inférieurs. L'influence des facteurs génétiques dans le déterminisme du capital osseux pendant la période de croissance et du développement pubertaire est indéniable. Toutefois, l'os jeune est un tissu « mécano-sensible », c'est-à-dire qu'il est capable d'adapter sa taille, sa masse et son architecture selon la charge qui s'exerce sur lui (1,2). On assiste actuellement à un regain d'intérêt des études expérimentales qui testent différents types d'activités physiques chez les adolescents et qui se proposent de définir le mode d'exercice, son intensité, sa fréquence et sa durée, afin de mieux optimiser la masse osseuse durant la phase de croissance (3). La puberté constitue la période où on assiste à une accélération de la vitesse de croissance staturale qui peut atteindre 10 cm/an en moyenne. Le développement staturo-pondéral est sous la dépendance de facteurs génétiques, hormonaux (l'hormone de croissance GH), et environnementaux (la ration calcique et l'activité sportive) (4). Dans notre étude, l'IMC moyen était de 22,45 ± 3,9 kg/m² chez nos handballeuses versus 20,85 ± 3,2 chez les adolescentes sédentaires. Ainsi, les adolescentes sportives semblent plus corpulentes que nos témoins sédentaires, sans toutefois que cette différence ne soit significative (p=0,316). Ceci peut être expliqué par le développement de la masse maigre qui est lié directement au développement de la musculature des bras et des jambes en rapport avec la pratique régulière du handball. La masse maigre est mesurée avec précision grâce à la technique

DEXA. Elle est directement liée à la masse musculaire. L'activité musculaire régulière permet une prolifération des fibres musculaires striées et une différenciation en fibres lentes, intermédiaires ou rapides selon le type d'activité sportive (endurance, sprint ...). L'effet de l'exercice physique sur le capital osseux s'exerce non pas par un effet ostéogénique direct mais par un effet indirect en augmentant la masse musculaire (MM) ainsi que la tension générée par le muscle sur l'os (1). En particulier, Kerr et al ont démontré que la masse osseuse était directement corrélée à la masse musculaire (5). L'équipe espagnole de Vicente-Rodriguez (6) a mis en évidence, sur une étude portant sur des handballeuses âgées en moyenne de 14,2 ans \pm 0,4 ans, que la MM exprimée en kg était significativement plus élevée dans le groupe des sportives comparativement à celui des contrôles ($p < 0,05$). Chez nos handballeuses tunisiennes, la MM moyenne était de 38,7 kg \pm 4,3, celle des témoins sédentaires était de 32,68 \pm 4,6 kg. Cette différence était statistiquement significative ($p = 0,04$). Différentes études ont mis en évidence une réduction de la MG chez les sportifs par rapport aux témoins (7). Toutefois, dans notre série à l'effectif réduit certes, la MG moyenne de nos sportives était de 24,3 kg \pm 9,8 ; supérieure à celle des témoins sédentaires (23,7 \pm 7,1 kg), sans différence statistiquement significative ($p = 0,334$). Par ailleurs, il est souvent constaté dans cette tranche d'âge, une carence d'apport alimentaire. Une méta-analyse récente a passé en revue 21 essais contrôlés randomisés concernant les compléments alimentaires enrichis en calcium et

leur répercussion sur le CMO lombaire et au site corps entier chez des enfants (8). Selon cette méta-analyse, une supplémentation alimentaire en calcium, avec ou sans vitamine D associée, augmente significativement le CMO lombaire et au corps entier dans cette tranche d'âge (9). Concernant la population sportive, Vicente-Rodriguez et al ont constaté une plus faible consommation calcique journalière chez des sportives handballeuses (994,7 versus 1016 mg/j) comparativement à des adolescentes sédentaires, sans que cette différence ne soit significative (6). Il a été mis en évidence, chez les joueuses de handball, une DMO significativement plus importante aux sites rachis lombaire, bassin et membres supérieurs (9). Dans notre étude, nous avons également démontré l'existence d'une différence statistiquement significative concernant la DMO au rachis lombaire L1-L4, fémur total, membres supérieurs et inférieurs ainsi qu'au site corps entier. Ce gain densitométrique pourrait s'expliquer par une réponse de l'os trabéculaire aux charges mécaniques (déclenchées par le sport, l'obésité...) (10).

CONCLUSION

Selon les résultats préliminaires de notre étude, la pratique régulière du handball semble être un facteur ostéogénique. Il pourrait être conseillé chez des adolescentes en période de croissance afin d'optimiser le capital osseux.

References

1. Hernandez CJ, Beupre GS, Carter DR: A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. *Osteoporos Int* 2003; 14: 843-7.
2. Bass S.L, Eser P, Daly R. The effect of exercise and nutrition on the mechanostat. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2005; 5: 239-254.
3. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B. Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children: Results of a meta-analysis. *Bone* 2008; 43: 312-321.
4. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B. Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children: Results of a meta-analysis. *Bone* 2008; 43: 312-321.
5. Kerr D.A, Papalia S, Morton A, Dick I, Dhaliwal S, Prince R.L. Bone Mass in Young Women Is Dependent on Lean Body Mass. *J Clin Densitom.* 2007; 10: 319-26.
6. Vicente-Rodriguez G, Dorado C, Perez-Gomez J, Gonzalez-Henriquez J.J, Calbet J.A.L. Enhanced bone mass and physical fitness in young female handball players. *Bone* 2004; 35: 1208-1215.
7. Crabtree NJ, Kibirige MS, Fordham JN, Banks LM, Muntoni F, Chinn D, et al. The relationship between lean body mass and bone mineral content in paediatric health and disease. *Bone* 2004; 35: 965-72.
8. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B. Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children: Results of a meta-analysis. *Bone* 2008; 43: 312-21.
9. Janz KF, Kwon S, Letuchy EM, Eichenberger Gilmore JM, Burns TL, Torner JC, Willing MC, Levy SM. Sustained effect of early physical activity on body fat mass in older children. *Am J Prev Med.* 2009; 73: 35-40.
10. Lin Y.C, Lyle R.M, Weaver C.M, McCabe L.D, McCabe G.P, Johnston C.C. Peak spine and femoral neck bone mass in young women. *Bone* 2003; 32: 546-53.
11. Naka H, Iki M, Morita A, Ikeda Y. Effects of pubertal development, height, weight, and grip strength on the bone mineral density of the lumbar spine and hip in peripubertal Japanese children: Kyoto kids increase density in the skeleton study (Kyoto Kids study). *J. Bone Miner. Metab.* 2005; 23: 463-9.