

## ความสัมพันธ์ระหว่างระดับวิตามินดีในกระแสเลือดและกำลังของกล้ามเนื้อ ในบุรุษสูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดขอนแก่น

สมศักดิ์ สุจริตพทุฑงกูร<sup>1</sup>, ศุภศิลาปี สุนทรภา<sup>2</sup>, สุกรี สุนทรภา<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นายแพทย์ระดับเชี่ยวชาญ กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี

<sup>2</sup>ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>3</sup>ภาควิชาสูติศาสตร์และนรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

## The Association between Serum Vitamin D and Muscle Strength in Elderly Males Living in the Urban Area of Khon Kaen Province

Somsak Sujaritbudhungkoon<sup>1</sup>, Suppasin Soontrapa<sup>2</sup>, Sukree Soontrapa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Udon Hospital, Udonthani.

<sup>2</sup>Department of Orthopaedics, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen.

<sup>3</sup>Department of OB-GYN, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen.

**หลักการและวัตถุประสงค์:** ยังมีความไม่ชัดเจนว่าวิตามินดี จะสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้จริงหรือไม่ โดยพบว่ามีหลายการศึกษาที่ให้ผลการศึกษาที่ขัดแย้งกัน ถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อ วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อต้นขา (proximal muscle of lower extremity) ของบุรุษสูงอายุ ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมือง ในจังหวัดขอนแก่น และเปรียบเทียบกำลังของกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มที่มีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอ (vitamin D insufficiency) และที่มีระดับวิตามินดีปกติ (normal vitamin D)

**วิธีการศึกษา:** เป็นการศึกษาแบบ cross-sectional descriptive study โดยทำการศึกษาในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดขอนแก่น ทำการวัดระดับ calcidiol, PTH ในซีรัม และตรวจวัดระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 4 มัด คือ hip abductor, hip adductor, knee extensor, และ knee flexor

**ผลการศึกษา:** ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างระดับของวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อ และไม่พบความแตกต่างของอายุ ส่วนสูง และอัตราการหมุนเวียนของกระดูก ระหว่างกลุ่มที่มีวิตามินดีไม่เพียงพอและกลุ่มที่มีวิตามินดีปกติ แต่พบว่าบุรุษสูงอายุที่มีวิตามินดีไม่เพียงพอมีน้ำหนักและค่าดัชนีมวลกายมากกว่าบุรุษสูงอายุที่มีระดับวิตามินดีปกติอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

**Background and Objectives:** There are inconsistent in clinical evidences of association between calcidiol level and muscle strength. The objectives of this study was to examine the association between calcidiol level and proximal muscle strength in elderly males living in urban area of Khon Kaen Province, Thailand and to compare the proximal muscle strength between vitamin D insufficiency and normal vitamin D groups.

**Methods:** This study was cross-sectional, descriptive study in municipality of Khon Kaen Province, Thailand. measured the serum calcidiol and PTH levels, and the proximal muscle strength of lower extremities.

**Results:** There were no any association among calcidiol level and the strength of proximal muscles. When compared between the vitamin D insufficiency and normal groups, no any significant differences in age, height, and bone turnover markers, but significantly higher in weight and BMI in the vitamin D insufficiency than in normal group. But the muscle strength of quadriceps (19.65±15.00 lb vs. 14.83±7.73 lb) and hip adductor muscle (30.73±21.69 lb vs. 25.63±18.60 lb) were also higher in the vitamin D insufficiency than normal groups.

**Conclusion:** There were no any association among vitamin D level and proximal muscle strength. But the muscle strength of quadriceps and hip adductor in vitamin D

พบว่าบุรุษสูงอายุที่มีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอกลับมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มากกว่าบุรุษสูงอายุที่มีระดับวิตามินดีปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ของกล้ามเนื้อทั้ง quadriceps และ hip adductor โดยมีค่าเท่ากับ  $19.65 \pm 15.00$  lb vs.  $14.83 \pm 7.73$  lb และ  $30.73 \pm 21.69$  lb vs.  $25.63 \pm 18.60$  lb ตามลำดับ ในขณะที่กล้ามเนื้ออื่นมีความแข็งแรงไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

**สรุป:** ระดับของวิตามินดีไม่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการมีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอในบุรุษสูงอายุ ไม่มีผลทำให้กำลังของกล้ามเนื้ออ่อนแรงลง เชื่อว่าเนื่องจากบุรุษสูงอายุมักมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงและระดับของวิตามินดียังต่ำไม่มากพอที่จะทำให้กำลังของกล้ามเนื้ออ่อนแรงลง

**คำสำคัญ:** วิตามินดีไม่เพียงพอ, กำลังกล้ามเนื้อ, บุรุษสูงอายุ

insufficiency group were higher than in normal group. This might postulate that elderly males had strong muscle mass and the level of vitamin D was not less enough to cause muscle weakness.

**Keywords:** vitamin D insufficiency, caldiol, muscle strength, elderly male

## บทนำ

วิตามินดีนอกจากมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระแสเลือดแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญต่อความแข็งแรงของกระดูก ในผู้สูงอายุที่ขาดวิตามินดีจะมีความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุนของคอกระดูกต้นขา (femoral neck)<sup>1</sup> และเพิ่มความเสี่ยงต่อกระดูกสะโพกหัก<sup>2,3</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าวิตามินดียังมีบทบาทสำคัญต่อเซลล์กล้ามเนื้อ โดยเราสามารถพบ vitamin D receptor ในเซลล์ของกล้ามเนื้อ<sup>4</sup> จึงเชื่อว่าวิตามินดีมีบทบาทโดยตรงต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณส่วนต้นของระยะขา (proximal muscle) หากกล้ามเนื้อไม่แข็งแรง จะทำให้ความสามารถในการทรงตัวลดลงและง่ายต่อการล้มและเกิดกระดูกหักได้ง่ายในผู้สูงอายุที่เป็นโรคกระดูกพรุน จนถึงปัจจุบันนี้ยังคงมีความไม่ชัดเจนว่าวิตามินดีสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้จริงหรือไม่ และในคนที่ไม่มีวิตามินดีไม่เพียงพอ (vitamin D insufficiency) จะมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงลงหรือไม่ หลายๆ การศึกษาพบว่ากลุ่มที่มีระดับวิตามินดีต่ำมีความสัมพันธ์กับกำลังของกล้ามเนื้อที่ลดลง<sup>4-6</sup> แต่ในอีกหลายการศึกษากลับไม่พบเช่นนั้น<sup>7</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าการมีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอมีผลกระทบต่อกล้ามเนื้อในบุรุษน้อยกว่าในสตรี<sup>8</sup>

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างระดับวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อส่วนต้นขา (proximal muscle of lower extremity) ของบุรุษสูงอายุในจังหวัดขอนแก่น และเปรียบเทียบกำลังของกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มที่ขาดและไม่ขาดวิตามินดี

## วิธีการศึกษา

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างเดียวกับ “ความชุกของภาวะขาดวิตามินดีในบุรุษสูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง จ.ขอนแก่น ประเทศไทย”<sup>9</sup> จำนวนทั้งสิ้น 100 ราย เป็นบุรุษที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมือง จ.ขอนแก่น ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีสุขภาพแข็งแรง สามารถเดินได้เองโดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยเดิน ไม่เป็นโรคตับ โรคไต ไม่เคยได้รับยารักษาโรคกระดูกพรุน แคลเซียมและวิตามินดีมาก่อน

ผู้สูงอายุทุกรายจะได้รับการซักประวัติ ตรวจร่างกาย ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และทำการเจาะเลือดจำนวน 5 มิลลิลิตร ทุกรายได้รับการเจาะเลือดในช่วงเช้าระหว่าง 6-10 นาฬิกา จากนั้นผู้สูงอายุทุกรายตรวจวัดกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาที่โรงพยาบาลศรินครินทร์ การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### วิธีดำเนินการศึกษา

นำเลือดมาตรวจวัดค่าการหมุนเวียนของกระดูก (ค่าการสลายกระดูกคือ  $\beta$ -CTx ค่าการสร้างกระดูกคือ PINP) ค่า intact parathyroid hormone (iPTH) และ calcidiol โดยใช้วิธี electrochemiluminescence (ECLIA) ด้วยเครื่อง Elecsys 2010 โดยค่า %CV ของ PINP และของ  $\beta$ -CTx อยู่ระหว่าง 2.3-3.7 และ 1.6-4.7 ตามลำดับ และของ iPTH และ calcidiol อยู่ระหว่าง 4.3-5.9 และ 6.9-9.9 ตามลำดับ

การตรวจวัดระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) ทำการตรวจวัดกล้ามเนื้อ 4 มัดคือ กล้ามเนื้อสำหรับกางและหุบข้อสะโพก (hip abductor and hip adductor) และกล้ามเนื้อสำหรับการเหยียดและงอหัวเข่า (knee extensor and knee flexor) โดยใช้เครื่อง BTE-Primus RS

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าลักษณะพื้นฐานทางคลินิกของบุรุษสูงอายุแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในกรณีของข้อมูลต่อเนื่อง และแสดงเป็นร้อยละในข้อมูลชนิดแจกแจง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อ ด้วยวิธี Pearson's product moment correlation coefficient (r) การศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์การตัดสินใจวิตามินดีไม่เพียงพอที่ระดับ calcidiol  $\leq 40$  ng/mL<sup>9</sup> จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการหมุนเวียนของกระดูกและกำลังกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ระหว่างกลุ่มที่มีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอ (calcidiol  $\leq 40$  ng/ml) และกลุ่มที่

มีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดปกติ (calcidiol  $> 40$  ng/ml) โดยวิธี unpaired Student's *t*-test การวิเคราะห์ทั้งหมดใช้การทดสอบทางสถิติแบบ two-tailed ที่นัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$

### ผลการศึกษา

ลักษณะพื้นฐานทางคลินิกของบุรุษสูงอายุที่นำมาศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 1)

ส่วนตารางที่ 2 เป็นการแสดงค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างกำลังของกล้ามเนื้อทั้ง 4 กลุ่ม และระดับของวิตามินดี ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ calcidiol และกำลังของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

หากใช้ระดับของ calcidiol  $\leq 40$  ng/mL ที่ถือเป็นระดับของวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอ พบว่าร้อยละ 48 ของผู้สูงอายุมีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอ<sup>9</sup> ในตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า p-value ของอัตราการหมุนเวียนของกระดูกและกำลังของกล้ามเนื้อระหว่างผู้สูงอายุที่มีระดับวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอและมีระดับวิตามินดีปกติ พบว่ากำลังของกล้ามเนื้อ knee extensor และ hip adductor ในกลุ่มที่มีวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีระดับวิตามินดีปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่กำลังของกล้ามเนื้ออื่นและอัตราการหมุนเวียนของกระดูกในทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของบุรุษสูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมือง จ.ขอนแก่น (n = 100)

	Mean (SD)	Minimum	Maximum
อายุ (ปี)	70.73 (6.16)	63	87
น้ำหนัก (กก.)	58.63 (10.45)	37	84
ความสูง (ซม.)	160.31 (5.73)	145	173
ดัชนีมวลกาย (กก/ม <sup>2</sup> )	22.75 (3.46)	152	31.62
PTH (pg/mL)	24.8 (19.34)	1.2	79.4
Calcidiol (ng/mL)	42.04 (12.24)	12.66	75.04
$\beta$ -CTx (ng/mL)	0.26 (0.23)	0.01	1.09
PINP (ng/mL)	37.39 (21.86)	5.0	105.7
Hip abductor (lb)	28.08 (20.18)	0	124
Hip adductor (lb)	21.65 (13.27)	0	70
Knee extensor (lb)	17.14 (11.98)	6	109
Knee flexor (lb)	44.83 (28.43)	8	124

**ตารางที่ 2** ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความสัมพันธ์ (r) ระหว่างระดับ calcidiol และกำลังของกล้ามเนื้อทั้ง 4 กลุ่ม

Pearson's Correlation	Knee flex	Knee extend	Hip abduct	Hip adduct
Calcidiol	- 0.026	- 0.170	- 0.105	- 0.033
p-value	0.796	0.091	0.299	0.747
n =100				

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า p-value ของอัตราการหมุนเวียนของกระดูกและกำลังของกล้ามเนื้อ ระหว่างผู้สูงอายุที่มีวิตามินดีในกระแสเลือดไม่เพียงพอและมีระดับวิตามินดีปกติ

		N	Mean (SD)	p-value
β-CTx	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	0.27 (0.25)	0.52
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	0.24 (0.21)	
PINP	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	38.1 (21.1)	0.76
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	36.7 (22.7)	
Knee flexor	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	47.33 (29..24)	0.4
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	42.52 (27.75)	
Knee extensor*	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	19.65 (15.00)	0.04
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	14.83 (7.73)	
Hip abductor	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	30.73 (21.69)	0.21
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	25.63 (18.60)	
Hip adductor*	กลุ่มวิตามินดีไม่เพียงพอ	48	24.69 (14.43)	0.03
	กลุ่มวิตามินดีปกติ	52	18.85 (11.53)	

\*p-value <0.05

### วิจารณ์

ภาวะวิตามินดีไม่เพียงพอพบได้มากทั่วโลก<sup>10</sup> สำหรับประเทศไทยพบภาวะวิตามินดีไม่เพียงพอสูงมากในสตรี ทั้งก่อนหมดประจำเดือนไปจนถึงสตรีสูงอายุโดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง<sup>11-13</sup> สำหรับในบุรุษสูงอายุสามารถพบภาวะวิตามินดีไม่เพียงพอถึงร้อยละ 48<sup>9</sup> ผลของวิตามินดีต่อกล้ามเนื้อสามารถออกฤทธิ์ผ่าน vitamin D receptor ที่พบได้ในเซลล์ของกล้ามเนื้อ หลายการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับของวิตามินดีและกำลังของกล้ามเนื้อ แต่มีหลายการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์เช่นนั้น จากการศึกษาของ Visser และคณะ<sup>14</sup> พบว่าที่ระดับ calcidiol < 25 nmol/L (10 ng/mL) จะพบร่วมกับกำลังของกล้ามเนื้อที่ลดลง โดยเฉพาะในผู้สูงอายุทั้งบุรุษและสตรี แต่ในทางกลับกันอีกการศึกษาหนึ่งเป็นการศึกษาในชุมชนในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป และอยู่ในกลุ่มที่มีความพิการ (disability) ในระดับปานกลางถึงรุนแรง ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับของวิตามินดีในกระแสเลือดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังไม่สามารถได้ข้อสรุปว่าการเสริม

วิตามินดีสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้จริงหรือไม่<sup>15</sup>

จากการศึกษาของ Stockton และคณะ<sup>16</sup> เป็นการศึกษาแบบ meta-analysis เพื่อดูผลกระทบของการเสริมวิตามินดีต่อกำลังของกล้ามเนื้อ โดยรวบรวมการศึกษาแบบสุ่มของการใช้วิตามินดีทุกรูปแบบ จำนวน 17 การศึกษามีผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งสิ้น 5,072 ราย ผลการศึกษาไม่พบผลของการเสริมวิตามินดีต่อกำลังของกล้ามเนื้อในผู้ที่มีระดับของวิตามินดีในร่างกายมากกว่า 10 ng/mL แต่สำหรับผู้ที่มีระดับวิตามินดีต่ำกว่า 10 ng/mL พบว่าการเสริมวิตามินดีมีผลอย่างมากต่อกำลังของกล้ามเนื้อ

จากการศึกษาของ Dam และคณะ<sup>9</sup> พบว่าระดับวิตามินดีที่ต่ำมีผลให้กำลังกล้ามเนื้อลดลงได้ในสตรี แต่ในบุรุษกลับไม่พบความสัมพันธ์เช่นนั้น โดยเชื่อว่าการที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากบุรุษมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงกว่าสตรีในกลุ่มอายุเดียวกัน นอกจากนี้ยังเชื่อว่าบุรุษและสตรีมีความแตกต่างกันใน vitamin D receptor gene polymorphisms จึงทำให้ผลตอบสนองต่อวิตามินดีแตกต่างกัน

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าในกลุ่มที่วิตามินดีไม่เพียงพอกลับมีกำลังของกล้ามเนื้อสูงกว่ากลุ่มที่มีวิตามินดีปกติ ทั้งๆที่มีอายุและส่วนสูงไม่ต่างกัน แต่ในกลุ่มที่มีวิตามินดีไม่เพียงพอมีน้ำหนักและมวลกระดูกสูงกว่ากลุ่มที่มีวิตามินดีปกติ เชื่อว่าระดับวิตามินดีในกลุ่มที่มีวิตามินดีไม่เพียงพอยังไม่ต่ำมากพอที่จะทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรงลง โดยพบว่าค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของระดับวิตามินดีในกลุ่มที่มีวิตามินดีไม่เพียงพออยู่ที่ 32.18 (5.57) ng/mL ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Stockton และคณะ<sup>16</sup> และ Dam และคณะ<sup>8</sup>

## สรุป

ระดับวิตามินดีในกระแสเลือดของบุรุษสูงอายุไม่มีความสัมพันธ์กับกำลังของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่บุรุษสูงอายุที่มีระดับวิตามินดีไม่เพียงพอมีกำลังของกล้ามเนื้อของ knee extensor และ hip adductor มากกว่าบุรุษสูงอายุที่ระดับวิตามินดีปกติ เชื่อว่าเนื่องจากบุรุษมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง และระดับของวิตามินดีในกระแสเลือดไม่ต่ำเพียงพอที่จะทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรงลง

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนวิจัยของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ

## เอกสารอ้างอิง

1. Soontrapa Sp, Soontrapa Sk, Pongchaiyakul C, Somboonporn C, Somboonporn W. Vitamin D deficiency and the risk of osteoporosis in elderly women. *Srinagarind Med J* 2002; 17:154-63.
2. Boonen S, Broos P, Haentjens P. Factors associated with hip fracture occurrence in old age. Implications in the postsurgical management. *Acta Chir Belg* 1999; 99:185-9.
3. Boonen S, Broos P, Dequeker J. Age-related factors in the pathogenesis of senile (Type II) femoral neck fractures. *Am J Orthop* 1996; 25:198-204.
4. Ceglia L. Vitamin D and skeletal muscle tissue and function. *Mol Aspects Med* 2008; 29:407-14.
5. Ward KA, Das G, Berry JL, Roberts SA, Rawer R, Adams JE, et al. Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94:559-63.
6. Diamond T, Wong YK, Golombick T. Effect of oral cholecalciferol 2,000 versus 5,000 IU on serum vitamin D, PTH, bone and muscle strength in patients with vitamin D deficiency. *Osteoporos Int* 2012; DOI 10.1007/s00198-012-1944-7

7. Muir SW, Montero-Odasso M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2011; 59:2291-300.
8. Dam TT, von Muhlen D, Barrett-Connor EL. Sex-specific association of serum vitamin D levels with physical function in older adults. *Osteoporos Int* 2009; 20:751-60.
9. Soontrapa S, Soontrapa S, Chaikitpinyo S. Prevalence of vitamin D insufficiency among the elderly males living in the urban areas of Khon Kaen Province in the northeast of Thailand. *J Med Assoc Thai* 2011; 94 Suppl 5:S59-62.
10. Lim SK, Kung AW, Sompongse S, Soontrapa S, Tsai KS. Vitamin D inadequacy in postmenopausal women in Eastern Asia. *Curr Med Res Opin* 2008; 24:99-106.
11. Sukree Soontrapa, Suppasin Soontrapa, La-Or Chailurkit, Chuanchom Sakondhavat, Srinaree Kaewrudee, Woraluk Somboonporn, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among postmenopausal women at Srinagarind hospital, Khon Kaen province, Thailand. *Srinagarind Med J* 2006; 21:23-9.
12. Sukree Soontrapa, Suppasin Soontrapa, La-Or Chailurkit. The difference in vitamin D status between urban and rural elderly women of Khon Kaen Province, Thailand. *Srinagarind Med J* 2004; 19:67-74.
13. Sukree Soontrapa, Suppasin Soontrapa, La-Or Chailurkit. The prevalence and the calcidiol levels of vitamin D deficiency in the elderly Thai women in municipality of Khon Kaen Province, Thailand. *Srinagarind Med J* 2002; 17:219-26.
14. Visser M, Deeg DJ, Lips P. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88(12):5766-72. Notes: CORPORATE NAME: Longitudinal Aging Study Amsterdam
15. Chan R, Chan D, Woo J, Ohlsson C, Mellstrom D, Kwok T et al. Not all elderly people benefit from vitamin D supplementation with respect to physical function: results from the Osteoporotic Fractures in Men Study, Hong Kong. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60:290-5.
16. Stockton KA, Mengersen K, Paratz JD, Kandiah D, Bennell KL. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2011; 22:859-71.

