



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง (ภาษาไทย) กลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 5 และการคืนเงินสำหรับการผ่าตัด
เปลี่ยนข้อเข่าเทียม

Title (English) Thai Diagnosis Related Group (DRG) Version 5
and Reimbursement for Total Knee Arthroplasty

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์อาทิตย์ เหล่าเรืองธนาและคณะ
กันยายน 2562

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยศรีนครินทร

วินิจฉัยโรค

เลขหนังสือ 1039299

เลขเรียกหนังสือ จ RA

410

.55

.75

0215

2562

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้ กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557



แบบฟอร์มบทยัดยอมหาวิทยาลัยนเรศวร

สว่นที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) กลุ่มวินิจฉัยโรครวมไทยฉบับที่ 5 และการคืนเงินสำหรับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม

(ภาษาอังกฤษ) Thai Diagnosis Related Group (DRG) Version 5 and Reimbursement for Total Knee Arthroplasty.

ชื่อผู้วิจัย ผศ.นพ.อาทิตย์ เหล่าเรืองธนา

หน่วยงานที่สังกัด คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขโทรศัพท์ 055-965666

งบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี 2557

จำนวนเงิน 52,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 3 ปี

ตั้งแต่ เมษายน ปี 2557 ถึง มีนาคม ปี 2560



ส่วนที่ 2 บทคัดย่อ

กลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 5 เป็นระบบการลงรหัสโรคที่เป็นรหัสตั้งต้นในการเบิกจ่ายค่ารักษาพยาบาลในปัจจุบัน งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการจ่ายเงินแก่โรงพยาบาลด้วยกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 6 ซึ่งถูกพัฒนามาเพื่อแทนที่ฉบับเดิมสำหรับผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมแตกต่างไปจากเดิมอย่างไร ผลการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 170 รายพบว่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 6 มีค่าลดลงเท่ากับ 0.0611 หรือเท่ากับ 1.6 % เมื่อเปรียบเทียบกับฉบับที่ 5 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 6 และฉบับที่ 5 ใน 08030 Knee replacement without significant clinical and cost complexity เท่ากับ 3.524 และ 3.627; 08031 Knee replacement with minimal CCC เท่ากับ 4.337 และ 4.104; และ 08032 Knee replacement with moderate CCC เท่ากับ 7.381 and 5.999 ตามลำดับ โดยที่ค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของกลุ่มที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด (08030) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 0.103 หรือ 2.8 % จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่ากลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับที่ 6 มีค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมโดยรวมลดลง 1.6 % แต่อาจจะมีผลสมเหตุสมผลสำหรับการชำระเงินคืนในผู้ป่วยที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น



Abstract

Introduction: Growing health care cost following the increasing number of Total knee arthroplasty (TKA) patients will affect both payers' and government's financial status. A reimbursement system with current version 5 of Thai Diagnosis-Related Group (TDRG) will be replaced with the version 6.

Objective: To compare hospital reimbursement by computing RW among patients underwent primary TKA that generated by the new version of TDRG with the old version.

Material and Methods: The data of patients underwent primary TKA was obtained from the hospital's financial department. The data set consisted of demographic data, length of stay (LOS), data of 16 files, TDRG code, and relative weight (RW) of TDRG. Therefore, the data of 16 files was simulated with the TDRG6.

Results: A hundred seventy patients underwent primary TKA, 152 females and 18 males. The overall RW in TDRG6 decreased by 0.0611 (- 1.596 %) compared to TDRG5 but did not reach statistically significant ($P = .104$). The mean RW of TDRG6 and TDRG5 for 08030 Knee replacement without significant clinical and cost complexity was 3.524 and 3.627; 08031 Knee replacement with minimal CCC was 4.337 and 4.104; and for 08032 Knee replacement with moderate CCC was 7.381 and 5.999, respectively. The RW for the least comorbid patients (code 08030) measured by the TDRG6 significantly decreased by 0.103 (- 2.8 %) compared to the RW of TDRG5 ($P < .01$).

Conclusion: The overall reimbursement for primary TKA with TDRG6 is slightly decreased (1.6 %). Specifically, the RW of TDRG6 for the primary TKA that performed in patients with least clinical and cost complexity (CCC) was significantly reduced by 2.8 %. However, TDRG6 tends to increase the RW for patients with high level of CCC subgroup compared to the similar category in TDRG5.

Keywords: Thai Diagnosis-Related Group (TDRG), clinical and cost complexity (CCC), reimbursement, total knee arthroplasty

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 Descriptive data of the study group (n=170)	8
ตารางที่ 2 Shifting of the patient group following the TDRG6 reclassification of the CCC level.	8
ตารางที่ 3 Comparison of the RW for a specific code between TDRG6 and TDRG5.	9



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ง
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	1
บทนำ	2
เนื้อเรื่อง	5
ผลการวิจัย	7
ข้อวิจารณ์	10
สรุปและข้อเสนอแนะ	12
บรรณานุกรม	13
Output ที่ได้จากโครงการ	14
ผลงานวิจัย	16-21



อธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ตัวย่อ	คำเต็ม เช่น
TKA	Total knee arthroplasty
TDRG	Thai Diagnosis-Related Group
RW	Relative weight
CC	Clinical and comorbidity
CCC	Clinical and cost complexity
CHEM	Center for Health Equity Monitoring
UCS	Universal Health Coverage Scheme
CSMBS	Civil Servant (and public enterprise workers) Medical Benefit Scheme
SSS	Social Security Scheme
ICD-10 (WHO)	International Classification of Diseases 10 th Revision
ICD-9-CM	International Classification of Diseases 9 th Revision, Clinical Modification
MDC	Major diagnostic category
LOS	Length of stay
VMI	Vendor-managed inventory

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมนั้นเป็นวิธีการรักษาที่ได้รับการยอมรับว่าให้ผลการรักษาที่ดีที่สุดสำหรับผู้ป่วยในหลายๆ กรณี เช่นผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม ข้ออักเสบรูมาตอยด์ เป็นต้น แต่เนื่องจากการผ่าตัดดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายสูง ในการให้บริการโดยโรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของรัฐบาล ซึ่งจะทำให้การเบิกค่ารักษาที่เกิดจากการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมจากกรมบัญชีกลางสำหรับกรณีผู้ป่วยที่ใช้สิทธิข้าราชการและครอบครัว เบิกค่ารักษาพยาบาลจากสำนักงานประกันสังคมสำหรับผู้ประกันตน หรือเบิกจากสำนักงานประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) สำหรับกรณีผู้ป่วยที่ใช้สิทธิบัตรทองนั้น โรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของรัฐบาลที่ให้บริการผู้ป่วยทั้ง 3 ระบบ จะได้รับเงินคืนจากการคำนวณโดยกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย (Diagnosis Related Group, DRG) ที่มีการพัฒนามาเป็นลำดับจนถึงฉบับที่ 5 ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบัน สืบเนื่องจากการพัฒนากลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยอย่างต่อเนื่องจนถึงฉบับที่ 6 ซึ่งจะมีการนำมาใช้ในระยะเวลาต่อไปนั้น คณะผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการคืนเงินกลับมาสู่โรงพยาบาลที่ให้บริการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 5 เปรียบเทียบกับการคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับใหม่คือ ฉบับที่ 6 และเปรียบเทียบการคืนเงินกลับมาสู่โรงพยาบาลกับอัตราการเรียกเก็บของโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยนเรศวร

Background: As elder population continues to grow at an unprecedented rate, the number of patients suffering from an end-stage of knee osteoarthritis who require total knee arthroplasty (TKA) is on the rise¹. Growing health care cost following the increasing number of TKA patients have put the whole health care system at stake. The higher expenditures affect both payers' and government's financial status. Concerns over this issue have led to the development of a reimbursement system that can provide a quality care without incurring financial hardship for both parties. Diagnosis-Related Group (DRG) is a system to classify inpatients cases for measuring hospital output with a principle of Iso-resource group and consequently for reimbursement. The classification system is based on diagnosis, procedures, comorbidities, discharge status and also demographic data ². Even though the reimbursement was expected to be proportional to resource utilization of different complexity of patient's condition; there were studies demonstrated a variability of reimbursement that did not appropriately reflect the resource consumption.³⁻⁵

Thai Diagnosis-Related Group (TDRG) was initiated by Center for Health Equity Monitoring (CHEM), Faculty of Medicine, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. The first version of TDRG consisted of 511 codes and was implemented in 1999. This version was applied to calculate reimbursement for acute inpatient care among the majority of patients under government-sponsored forms of insurance, i.e., Universal Health Coverage Scheme (UCS), Civil Servant (and public enterprise workers) Medical Benefit Scheme (CSMBS) and Social Security Scheme (SSS). The TDRG has been sequentially developed with 2 major processes: 1. Reclassification based on updated International Classification of Diseases 10th Revision (ICD-10 (WHO)), International Classification of Diseases 9th Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM), severity refined, bilateral and multiple procedures. 2. Recalibration with data pooling power, and also offering all stakeholders an opportunity to provide input and feedback during the public comment process.

Currently, the 5th version or TDRG5 that has been implemented with 2450 codes since 2012 will be replaced with the new TDRG version 6 (TDRG6). This newly developed version will reclassify major diagnostic category (MDC) and clinical and cost complexity (CCC) system, modify the formula uses to calculate relative weight (RW) as well as to add updated diagnosis and procedure codes. It is important for health policy makers to assure that TDRG6 can properly project hospital reimbursement.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคืนเงินสำหรับการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 5
2. เพื่อศึกษาการคืนเงินสำหรับการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 6 เปรียบเทียบกับการคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 5
3. เพื่อศึกษาการคืนเงินสำหรับการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 6 เปรียบเทียบกับอัตราการเรียกเก็บค่าบริการของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

Objective: This study aims to examine the differences of hospital reimbursement by computing RW that generates from TDRG5 and TDRG6. Results will suggest the anticipation of the newly developed TDRG6 regarding its ability to project the reimbursement among patients underwent primary TKA.

ขอบเขตการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ รวบรวมจากรหัสโรค รหัสหัตถการและข้อมูลอื่นๆที่ถูกรับบันทึกไว้ในเวชระเบียนของผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2557-2558 และทำการดึงข้อมูล 16 แฟ้มจากงานหลักประกันสุขภาพเพื่อทราบอัตราการเรียกเก็บค่ารักษาพยาบาลของโรงพยาบาล ค่า relative weight (RW) จำนวนเงินที่ได้รับคืนเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมฉบับปัจจุบัน หรือฉบับที่ 5 เปรียบเทียบกับจำนวนที่คาดว่าจะได้จากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมฉบับใหม่หรือฉบับที่ 6

ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework) ของการวิจัย

การคืนเงินสำหรับการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วม ฉบับที่ 6 มีความเที่ยงตรงเมื่อเทียบกับอัตราการเรียกเก็บของโรงพยาบาล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบความเที่ยงตรงของการคืนเงินกลับสู่โรงพยาบาลที่ให้บริการรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเมื่อคำนวณจากกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทย ฉบับที่ 6 (ฉบับใหม่ที่จะนำมาใช้กับทุกโรงพยาบาลในสังกัดของรัฐ) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเรียกเก็บค่าบริการของโรงพยาบาล ซึ่งทางโรงพยาบาลจะสามารถประมาณการรายรับรายจ่ายได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการปรับปรุงขบวนการบริการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้การจัดสรรเงินคืนจากกรมบัญชีกลาง สำนักงานประกันสังคมหรือสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ในขณะเดียวกันสำนักงานกลางสารสนเทศบริการสุขภาพสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการพัฒนากลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับต่อไป เพื่อให้เกิดการคืนเงินค่าบริการให้กับโรงพยาบาลในกำกับดูแลของรัฐอย่างเป็นธรรม

เนื้อเรื่อง

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย (Material and methods)

เป็นงานวิจัยในการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research) โดยดำเนินการศึกษาเชิงพรรณนา (Descriptive study) ประกอบด้วย

8.1 ประชากรที่ทำการศึกษา คือ ผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงระหว่างปี พศ.2557-2558

8.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ รวบรวมจากรหัสโรค รหัสเหตุการณ์และข้อมูลอื่นๆที่ถูกบันทึกไว้ในเวชระเบียนของผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงระหว่างปี พศ.2557-2558 และทำการดึงข้อมูล 16 แฟ้มจากงานหลักประกันสุขภาพ

8.3 การวิเคราะห์ข้อมูล คือ นำข้อมูล 16 แฟ้มของผู้ป่วยแต่ละรายมาวิเคราะห์และคำนวณด้วยกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับใหม่หรือ ฉบับที่ 6 เพื่อให้ทราบค่า relative weight (RW) และจำนวนเงินที่คาดว่าจะได้รับคืนกลับมาที่โรงพยาบาลสำหรับการให้บริการผู้ป่วยรายนั้นๆ แล้วเปรียบเทียบกับจำนวนเงินที่จะได้รับกลับคืนมาจริงซึ่งถูกคำนวณด้วยกลุ่มวินิจฉัยโรคร่วมไทยฉบับปัจจุบัน ซึ่งเป็นฉบับที่ 5 รวมถึงเปรียบเทียบกับอัตราการเรียกเก็บค่าบริการของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

Material and method:

The data of patients in the Universal Coverage Scheme (UCS) who underwent primary total knee arthroplasty (TKA) during October 2014 to September 2015 was obtained from the Naresuan University hospital's financial department. The data tracking was based on the principle diagnosis of osteoarthritis which is M17 in ICD-10 (WHO) and its subgroup, and the principal procedure coded as 81.54 (primary TKA) in International Classification of Diseases 9th Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM). The data set consisted of demographic data, length of stay (LOS), data of 16 files, TDRG5 code, and relative weight (RW) of TDRG5. Therefore, the data of 16 files that contained all the inpatients details was simulated with the TDRG6 software of the Thai CaseMix Centre. The study was approved by the Institutional ethic committee.

All the patients with Disease Cluster 0803 with all clinical and comorbidity (CC) were recruited. The fifth digit of TDRG5 indicated clinical complexity ranging from least to the most complex respectively. The TDRG6 integrates the cost of treatment into the clinical

complexity component of TDRG5, hence called the CCC (clinical and cost complexity) system.

การวิเคราะห์ข้อมูล

Unpaired t test และ Pearson correlation coefficient

Statistical analysis:

Statistical analysis with descriptive statistics was used as appropriate. A Pearson correlation coefficient was used to identify the association between the RW of TDRG6 and TDRG5. Comparison the difference of the RW between two versions of TDRG was accomplished by using paired t-test. The SPSS software (Statistical Package for Social Sciences, Version 17.0; SPSS Inc, Chicago, IL) was used for all statistical analysis. Statistical significance was defined as $p < .05$.



ผลการวิจัย

Results

One hundred and seventy patients covered by UCS underwent primary TKA at Naresuan University hospital and had complete data set. The procedures were performed by 7 independent orthopedic surgeons. One hundred and fifty-two patients had unilateral TKA while 22 patients had bilateral TKA. Our study group consisted of 152 females and 18 males. The descriptive data including age, length of stay of the study group, RW of the primary TKA by TDRG5 and TDRG6 were shown in the table 1. The RW of the primary TKA that was projected by the TDRG6 has a significant correlation to the RW calculated by the TDRG5 (0.807, $P < .01$). In addition, the RW for primary TKA in TDRG6 decreased by 0.0611 compared to TDRG5 but did not reach statistically significant ($P = .104$).

The RW of TDRG6 for an individual CC subgroup was changed when compared to the RW of the same subgroup calculated by TDRG5. The mean RW of TDRG6 and TDRG5 for code 0803 was 3.761 and 3.822; code 08030 was 3.524 and 3.627; for code 08031 was 4.337 and 4.104; and for code 08032 was 7.381 and 5.999, respectively. The RW for code 08030 measured by the TDRG6 significantly decreased by 0.103 compared to the RW of TDRG5 ($P < .01$). However, there was no statistical difference between the RW of TDRG 6 and TDRG 5 for code 0803, 08031 and 08032 (table 3).

Table 1: Descriptive data of the study group (n=170)

	Mean	SD	Minimum	Maximum
Age (years)	62.71	8.02	38	82
LOS (days)	5.95	1.96	2	20
RW of TDRG5	3.82	0.82	3.50	9.41
RW of TDRG6	3.76	0.77	3.10	8.26

SD = standard deviation, LOS = length of stay, RW = relative weight.

The TDRG6 reclassified the CC subgroup by integrating the cost of treatment into account.

Thus, some patients were allocated to a different level. For instance, there were 61 out of 69 patients from CC subgroup 1 of TDRG5 were moved into CC subgroup 0 of TDRG6. Two patients from CC subgroup 4 of TDRG5 shifted to CC subgroup 1, whereas, 11 and 1 patients were allocated to CC subgroup 2 and 3 of TDRG6, respectively, as detailed in table 2.

Table 2: Shifting of the patient group following the TDRG6 reclassification of the CCC level.

		TDRG5 CC system				Total
		08030	08031	08033	08034	
TDRG6	08030	82	61	2	0	145
	08031	2	8	11	1	22
CCC	08032	0	0	1	2	3
system	08033	0	0	0	0	0
Total		84	69	14	3	170

. TDRG5 = Thai Diagnosis-Related Group version 5, TDRG6 = Thai Diagnosis-Related Group version 6

Table 3: Comparison of the RW for a specific code between TDRG6 and TDRG5.

	Mean differen ce	SD	95% confidence interval		P value
			Lower	Upper	
08030	-0.103 (-2.84%)	0.16	-0.13	-0.08	< .01 *
08031	0.233 (+5.68%)	0.66	-0.04	0.51	0.10
08032	1.381 (+23.02%)	1.49	-2.32	5.08	0.25

* Statistical significant (P <.05)



ข้อวิจารณ์

Discussion:

The literature revealed that the reimbursement system might not be proper for many situations. Padegimas et al.⁴ demonstrated that Medicare reimbursements for total joint arthroplasty in the United States are highly varied. They found a greater reimbursement was associated with the lower patient volume, lower patient satisfaction, a healthier patient population, and government ownership of a hospital.

The result of the present study demonstrated that the RW for primary TKA in forthcoming TDRG 6 is significantly correlated to the RW of TDRG5. Findings also show that the patients shifted from a higher level of CC by TDRG5 into the lower level of CC by TDRG6, and the RW of 08030 by TDRG6 was significantly less than the RW of the similar TDRG5 by 0.103 or reduction by 2.8% ($P < .01$). While the RW of 08031 and 08032 by TDRG6 increased by 5.7% and 23.0%, respectively but; not statistically significant. Lavernia et al.⁶ reported a correlation between the cost for primary TKA and level of severity of illness (SOI) and risk of mortality (ROM) subclass of All-Patient Refined Diagnosis-Related Groups (APR-DRG). In accordance, Pugely et al.⁵ reported 85% of patients having at least one associated disease. They found an association between a patient with multiple comorbidities and additive resource need and LOS after primary TKA. Therefore, comorbidities have affected clearly on the resource utilization, but the reimbursement might not reasonably account for these patient characteristics.

The author previously investigated the reimbursement for primary TKA with TDRG5, and we found that the hospital received significantly more payment for sicker patients. Interestingly, a hospital charge which assumed as a hospital cost was not correlated with the level of CC subgroup of patients and thus, the hospital made significantly more profit in the patient with a higher level of CC subgroup. The TDRG6 has incorporated the cost into CCC system of the previous version and this reclassification may reflect more appropriate payment according to the cost and actual resource use, and may also prevent upcoding or overcoding and selection bias of health care provider. However, the number of patients in the high level of CC subgroup of TDRG6 was too small to distinguish statistically significant. These findings warrant further investigation to validate the value of TDRG6.

The hospital should plan in several ways to accommodate with this change. Pongpirul et al.⁷ has warranted the hospital manipulation of DRG data in 3 approaches; corporate (nonclinical), clinical and coding practice (3C). Pongpirul et al.⁸ studied hospital coding

practice at 10 different hospitals in Thailand and found the coding process involves at least 7 major steps with 8 health care professional disciplines, thus resulted in great variation across hospitals and may affect shifting of CCC system. Another study revealed a difference in agreement of coding for patients undergone primary TKA between the hospital coder and a personal with orthopedic experience⁹. The hospital coder determined a complication and comorbidity rate of 1.4 and 2.9 per patient, while the orthopedic team reported 0.7 and 3.7 per patient, respectively. This comprehensive approach may help the hospital to deal with an alteration of reimbursement with the impending TDRG6.

Cost containment is another strategy that hospitals could counterbalance to the reduction of reimbursement for primary TKA. The initial effort to restrain the cost by decrease LOS has been reported without further complication after surgery. This may be a reason for the dramatic decline of hospital LOS following TKA^{10, 11}. Some studies reported allocation of cost to hospital services; Healy et al.¹² described that 78% of cost generated in operating theater, nursing unit, recovery room, and pharmacy. Regarding to hospital days, they found 80% of cost occurred during the first 48 hours of hospitalization¹³. Effenberger et al.¹⁴ also demonstrated that the cost was variably generated in personnel, implants, medication, medical technology services and administration. In the same way, the previous study of the author revealed that individual surgeons practice would affect on LOS, hospital charge, and thus reimbursement with the current version of TDRG5, significantly. Another finding is that the vendor-managed inventory (VMI) system for total knee prosthesis in UCS operated by Government Pharmaceutical Organization (GPO) could deduct the hospital costs. Nevertheless, we found no difference in terms of LOS, RW and profit or loss that defined as a discrepancy between reimbursement and hospital charge.

There were some limitations in this study. First, this is the data obtained from one institution which is a teaching hospital and performs more than 300 primary TKAs per year. Other hospitals may have different patient's demography and complexity, variability of facilities and cost allocation, and particularly the base rate for reimbursement calculation. Second, the number of patients stratified by a high level of CCC subgroup was too small to distinguish statistical significance of the RW alteration as previously mentioned.

สรุปและข้อเสนอแนะ

Conclusion:

Conclusion

The overall reimbursement for primary TKA under the Universal Coverage Scheme with TDRG6 is slightly decreased (1.6 %). Specifically, the Relative weight (RW) of TDRG6 for the primary TKA that performed in patients with least clinical and cost complexity (CCC) was slightly but statistically reduced by 2.8 % compared to TDRG5. However, TDRG6 tends to increase the RW for patients with high level of CCC subgroup compared to the similar category in TDRG5. The reimbursement for primary TKA with the impending TDRG6 may reasonably compensate hospitals for a sicker patient, and may consequently minimize a selection bias among health care providers.



บรรณานุกรม

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. J Bone Joint Surg Am. 2007 Apr;89(4):780-5.
2. Fetter RB, Thompson JD, Mills RE. A system for cost and reimbursement control in hospitals. Yale J Biol Med. 1976 May;49(2):123-36.
3. Sheingold SH. The first three years of PPS: impact on Medicare costs. Health Aff (Millwood). 1989 Fall;8(3):191-204.
4. Padegimas EM, Verma K, Zmistowski B, Rothman RH, Purtill JJ, Howley M. Medicare Reimbursement for Total Joint Arthroplasty: The Driving Forces. J Bone Joint Surg Am. 2016 Jun 15;98(12):1007-13.
5. Pugely AJ, Martin CT, Gao Y, Belatti DA, Callaghan JJ. Comorbidities in patients undergoing total knee arthroplasty: do they influence hospital costs and length of stay? Clin Orthop Relat Res. 2014 Dec;472(12):3943-50.
6. Lavernia CJ, Laoruengthana A, Contreras JS, Rossi MD. All-Patient Refined Diagnosis-Related Groups in primary arthroplasty. J Arthroplasty. 2009 Sep;24(6 Suppl):19-23.
7. Pongpirul K, Robinson C. Hospital manipulation in the DRG system: a systemic scoping review. Asian Biomed. 2013 Jun7(3);301-310.
8. Pongpirul K, Walker DG, Winch PJ, Robinson C. A qualitative study of DRG coding practice in hospitals under the Thai Universal Coverage scheme. BMC Health Serv Res. 2011 Apr 8;11:71.
9. Mont MA, Mears SC, Jones LC, Rajadhyaksha AD, Krackow AM, Bawa M, Hungerford DS. Is coding of diagnoses, comorbidities, and complications in total knee arthroplasty accurate? J Arthroplasty. 2002 Sep;17(6):767-72.
10. Cram P, Lu X, Kates SL, Singh JA, Li Y, Wolf BR. Total knee arthroplasty volume, utilization, and outcomes among Medicare beneficiaries, 1991-2010. JAMA. 2012 Sep 26;308(12):1227-36.
11. Joynt KE, Orav EJ, Jha AK. Thirty-day readmission rates for Medicare beneficiaries by race and site of care. JAMA. 2011 Feb 16;305(7):675-81.
12. Healy WL, Iorio R, Richards JA. Opportunities for control of hospital cost for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1997 Dec;(345):140-7.
13. Healy WL, Iorio R, Richards JA, Lucchesi C. Opportunities for control of hospital costs for total joint arthroplasty after initial cost containment. J Arthroplasty. 1998 Aug;13(5):504-7.

14. Effenberger H, Rehart S, Zumstein MD, Schuh A. Financing in knee arthroplasty: a benchmarking analysis. Arch Orthop Trauma Surg. 2008 Dec;128(12):1349-56.

Output ที่ได้จากโครงการ

ตัวชี้วัดเพื่อการประเมินผลสำเร็จของโครงการ

ประเภท Category	ผลงาน Key Performance Indicator	จำนวน Number
การตีพิมพ์และ เผยแพร่ Publication	13.1 ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติที่มีค่า Impact Factor Publication in International Journals with an Impact Factor เรื่อง
	13.2 ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (ไม่มีค่า Impact Factor) Publication in International Journals (with No Impact Factor)	1 เรื่อง
	13.3 ตีพิมพ์ในวารสารระดับประเทศ Publication in National Journals เรื่อง
	13.4 นำเสนอในการประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ ที่มีการตีพิมพ์ บทความบน Proceedings Presentation in International Conferences (with Published Articles in the Proceedings) เรื่อง
	13.5 นำเสนอในการประชุมวิชาการในระดับชาติ ที่มีการตีพิมพ์ บทความบน Proceedings Presentation in National Conferences (with Published Articles in the Proceedings) เรื่อง
	13.6 บทความวิชาการ ตำรา หนังสือที่มีการรับรองคุณภาพ Academic Articles, Textbooks, Books (with Quality Certification) เรื่อง
การใช้ประโยชน์ Utilization	13.7 ถ่ายทอดผลงานวิจัย / เทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย และได้รับการ รับรองการใช้ประโยชน์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง Transfer of Research Results / Technologies to the Target Groups (with Certification of Use from Related Agencies) เรื่อง
	13.8 ได้สิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรืออื่นๆ เช่น ฐานข้อมูล Software ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป ผลงาน

1039299

	Inventions, equipment, tools or other artifacts such as database software that can be further utilized	
การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา Registration of Intellectual Property	13.9 อนุสิทธิบัตร Petty Patent ผลงาน
	13.10 สิทธิบัตร Patent ผลงาน



Original Article

A Comparison of Universal Health Coverage Scheme Reimbursement for Primary Total Knee Arthroplasty under the Thai Diagnosis Related Group versions 5 and 6

Artit Laoruengthana MD¹, Supasit Pannarunothai MD, PhD²,
Wasee Lertkajornsinn RN³, Kwankaew Wongchareon RN, MSN⁴

¹Department of Orthopaedics, Faculty of Medicine, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

²Centre for Health Equity Monitoring Foundation, Phitsanulok, Thailand

³Department of Financial Administration, Naresuan University Hospital, Phitsanulok, Thailand

⁴Faculty of Nursing, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

Background: Growing health care costs resulting from the increasing number of total knee arthroplasty [TKA] patients will affect the financial status of both payers and the government. The current reimbursement system, version 5 of Thai Diagnosis Related Group [TDRG], will be replaced with version 6.

Objective: To compare hospital reimbursement by computing the relative weight [RW] among patients undergoing primary TKA under the old and new versions of TDRG.

Materials and Methods: Data on patients who underwent primary TKA was obtained from the Naresuan University Hospital Financial Department. Data on each patient consisted of 16 files which included demographic data, length of stay [LOS], TDRG code, and RW of TDRG5. The data from those 16 files was then evaluated using TDRG6.

Results: A hundred seventy patients underwent primary TKA during the study period, 152 females and 18 males. In the comparative evaluation, the overall RW using TDRG6 decreased by 0.0611 (-1.6%) compared to TDRG5, but the difference was not statistically significant ($p = 0.10$). The mean RW of TDRG6 and TDRG5 for 08030 knee replacement with no significant clinical or cost complexity [CCC] was 3.524 and 3.627, respectively; 08031 knee replacement with minimal CCC was 4.337 and 4.104; and for 08032 knee replacement with moderate CCC was 7.381 and 5.999. The RW for the least comorbid patients (code 08030) under TDRG6 significantly decreased by 0.103 (-2.8%) compared to the RW of TDRG5 ($p < 0.01$).

Conclusion: Under TDRG6, the RW of for primary TKA performed on patients with the least clinical and cost complexity [CCC] will be significantly reduced by 2.8%, but the RW for patients in the high CCC subgroups will increase compared to TDRG5. Overall, reimbursement for all primary TKA patients with TDRG6 will be slightly decreased (1.6%).

Keywords: Thai diagnosis-related group (TDRG), Clinical and cost complexity (CCC), Reimbursement, Total knee arthroplasty

J Med Assoc Thai 2018; 101 [Suppl. 3]: S173-S178

Website: <http://www.jmatonline.com>

As the elderly population continues to grow at an unprecedented rate, the number of patients

suffering from an end-stage knee osteoarthritis who require total knee arthroplasty [TKA] is on the rise⁽¹⁾. Growing health care costs associated with the increasing number of TKA patients have put a strain on the whole health care system. These higher expenditures affect both the payers' and the government's financial status. Concerns over this issue

Correspondence to:

Laoruengthana A. 99 Moo 9 Thapho, Phitsanulok 65000, Thailand.

Phone: +66-85-1102799, Fax: +66-55-965105

E-mail: artitlao@gmail.com

How to cite this article: Laoruengthana A, Pannarunothai S, Lertkajornsinn W, Wongchareon K. A Comparison of Universal Health Coverage Scheme Reimbursement for Primary Total Knee Arthroplasty under the Thai Diagnosis Related Group Versions 5 and 6. J Med Assoc Thai 2018;101;Suppl.3: S173-S178.

have led to the development of a reimbursement system, the Diagnosis Related Group, which can provide quality care without resulting in financial hardship for either party.

Diagnosis Related Group [DRG] is a system for classifying inpatient cases and for measuring hospital output using the principles of the ISO-resource group for determining hospital reimbursement by the government. That classification system is based on diagnosis, procedures, comorbidities, discharge status, length of stay [LOS], and demographic data⁽²⁾. Even though the reimbursement was intended to be proportional to resource utilization based on the complexity of the patient's condition, studies have found a variability in reimbursement that does not accurately reflect resource consumption⁽³⁻⁵⁾.

Thai Diagnosis Related Group [TDRG] was initiated by the Center for Health Equity Monitoring [CHEM], Faculty of Medicine, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. The first version of TDRG, implemented in 1999, consisted of 511 codes. That version was used to calculate reimbursement for acute inpatient care for the majority of patients under government-sponsored forms of insurance, i.e., the Universal Health Coverage Scheme [UCS], the Civil Servant (and public enterprise workers) Medical Benefit Scheme [CSMBS] and the Social Security Scheme [SSS]. The TDRG has been sequentially revised through two major processes: (1) reclassification based on the WHO updated International Classification of Diseases 10th Revision [ICD-10] and the International Classification of Diseases 9th Revision, Clinical Modification [ICD-9-CM] for severity refined, bilateral, and multiple procedures, and (2) recalibration with increased data pooling power which also offered all stakeholders an opportunity to provide input and feedback during the public comment process.

The current 5th version, TDRG5, which was implemented in 2012 with 2450 codes will be replaced with a new version, TDRG6. This newly developed version will reclassify the major diagnostic category [MDC] and the clinical and cost complexity [CCC] systems, modify the formula used to calculate relative weight [RW], and will also add updated diagnosis and procedure codes. It is important for health policy makers to assure that TDRG6 will provide for appropriate hospital reimbursement. This study aimed to compare the differences in hospital reimbursement under the two versions of the system by computing RW generated using TDRG5 and that generated using TDRG6. Results will suggest ability of the newly

developed TDRG6 to appropriately determine reimbursement for patients undergoing primary TKA.

Materials and Methods

Data from patients in the Universal Coverage Scheme [UCS] who underwent primary total knee arthroplasty [TKA] during October 2014 to September 2015 at Naresuan University Hospital was obtained from the hospital's financial department. Data tracking was done for patients whose principle diagnosis was osteoarthritis (coded as M17 in ICD-10 (WHO)), and those whose principal procedure was primary TKA, coded as 81.54 in the International Classification of Diseases 9th Revision, Clinical Modification [ICD-9-CM]. The information obtained consisted of demographic data, length of stay [LOS], data from 16 files containing all the patient's inpatient details, TDRG5 code, and relative weight [RW] under TDRG5. Based on the information in the 16 files, the reimbursement level for each patient was computed using the new TDRG6 revision software from the Thai Case Mix Centre. This study was approved by the Institutional ethic committee.

All the patients in Disease Cluster 0803, without regard to individual clinical or comorbidities [CC], were recruited. The fifth digit of the TDRG5 classification indicates the level of clinical complexity which ranges from the least complex to the most complex. The TDRG6 integrates the cost of treatment with the clinical complexity component of TDRG5, and hence is called the CCC (clinical and cost complexity) system.

Statistical analysis was done using descriptive statistics as appropriate. The Pearson correlation coefficient was used to identify associations between the RW of TDRG6 and TDRG5. Comparison of the difference in the RW from the two versions of TDRG was accomplished using the paired t-test. SPSS software (Statistical Package for Social Sciences, Version 17.0; SPSS Inc, Chicago, IL, USA) was used for all statistical analysis. Statistical significance was defined as $p < 0.05$.

Results

One hundred seventy patients, 152 females and 18 males, who were covered by UCS underwent primary TKA at Naresuan University hospital had a complete data set. The procedures were performed by seven independent orthopedic surgeons. One hundred and fifty-two patients had unilateral TKA, while 22 patients had bilateral TKA. Descriptive data on the

patients including age and length of stay. RW of the primary TKA under TDRG5 and TDRG6 are shown in Table 1. The RW of primary TKA projected by TDRG6 is significantly correlated with the RW calculated using TDRG5 (0.807, $p < 0.01$). The RW for primary TKA using TDRG6 decreased by 0.061 compared to TDRG5 but the difference was not statistically significant ($p = 0.10$). TDRG6 reclassified the CC subgroups by integrating the cost of treatment into the calculation, resulting in some patients being allocated to a different level. For instance, 61 of 69 patients in CC subgroup 1 under TDRG5 were moved to CCC subgroup 0 under TDRG6. Two patients in CC subgroup 3 of TDRG5 were shifted to CCC subgroup 0 under TDRG6, while 11 patients were allocated to CCC subgroup 1 and one was reassigned to CCC subgroup 2 under TDRG6 (Table 2). The RW of TDRG6 for individual CCC subgroups was changed from the RW of the same subgroup calculated under TDRG5. The mean RW of TDRG6 and of TDRG5 for code 0803 were 3.761 and 3.822; for code 08030, the values were 3.524 and 3.627; for code 08031, the values were 4.337, and 4.104; and for code 08032, the values were 7.381 and 5.999. The RW for code 08030 measured under TDRG6 decreased significantly by 0.103 compared to the RW under TDRG5 ($p < 0.01$). However,

there was no significant difference between the RW of TDRG 6 and TDRG 5 for codes 0803, 08031 or 08032 (Table 3).

Discussion

Published reports have stated that some reimbursement systems might not be appropriate for a number of situations. For example, Padegimas et al⁽⁴⁾ demonstrated that Medicare reimbursements for total joint arthroplasty in the United States are highly varied. They found that higher reimbursement was associated with a lower patient volume, lower patient satisfaction, a healthier patient population, and government ownership of a hospital.

The present study demonstrates that the RW for primary TKA under the forthcoming TDRG6 is significantly correlated with the RW of TDRG5. The findings also show that some patients will be shifted from a higher level of CC under TDRG5 to a lower level of CCC under TDRG6, and that the RW of 08030 by TDRG6 is significantly lower than the RW of the similar category under TDRG5 by a factor of 0.103, a reduction of 2.8% ($p < 0.01$), while the RW of 08031 and 08032 under TDRG6 will increase by 5.7% and 23.0%, respectively, although that change is not statistically

Table 1. Descriptive data of the study group (n = 170)

	Mean	SD	Minimum	Maximum
Age (years)	62.71	8.02	38	82
LOS (days)	5.95	1.96	2	20
RW with TDRG5	3.82	0.82	3.50	9.41
RW with TDRG6	3.76	0.77	3.10	8.26

SD = standard deviation, LOS = length of stay, RW = relative weight

Table 2. Changes in patient group with TDRG6 reclassification of CCC level

	TDRG5 CC system				Total
	08030	08031	08033	08034	
TDRG6CCC system					
08030	82	61	2	0	145
08031	2	8	11	1	22
08032	0	0	1	2	3
08033	0	0	0	0	0
Total	84	69	14	3	170

TDRG5 = Thai Diagnosis-Related Group version 5; TDRG6 = Thai Diagnosis-Related Group version 6

Table 3. RW for specific codes with TDRG6 and with TDRG5

	Mean difference	SD	95% confidence interval		p-value
			Lower	Upper	
08030	-0.103(-2.84%)	0.16	-0.13	-0.08	<0.01*
08031	0.233(+5.68%)	0.66	-0.04	0.51	0.10
08032	1.381(+23.02%)	1.49	-2.32	5.08	0.25

* Statistically significant ($p < 0.05$)

significant. Lavernia et al⁽⁶⁾ reported a correlation between the cost for primary TKA and both the level of severity of the illness [SOI] and risk of mortality [ROM] subclass for All-Patient Refined Diagnosis-Related Groups [APR-DRG]. Pugely et al⁽⁵⁾ reported 85% of patients have at least one associated disease. They found an association between a patient with multiple comorbidities and additive resource need as well as LOS after primary TKA. Thus comorbidities clearly affect demands on resources, but reimbursement might not align with that reality.

The authors previously investigated reimbursement for primary TKA under TDRG5 and found that the hospital received significantly more payment for sicker patients. Interestingly, hospital charges which were classified as hospital cost was not correlated with the patients' CC subgroup level. As a result, the hospital made significantly more profit from patients with a higher CC subgroup level. The TDRG6 has incorporated that category of cost into the CCC system. This reclassification may more appropriately reflect payment based on actual cost and resource use, and may also discourage upcoding or overcoding and selection bias by health care providers. However, the number of patients in the high CCC subgroup level under TDRG6 was too small to evaluate the statistical significance. These findings warrant further investigation to validate the value of TDRG6.

Hospitals should plan to accommodate this change in several ways. Pongpirul et al⁽⁷⁾ has described three potential approaches for hospital manipulation of DRG data: corporate (nonclinical), clinical, and coding practices (3C). In another study, Pongpirul et al⁽⁸⁾ reviewed hospital coding practices at 10 different hospitals in Thailand and found the coding process included at least seven major steps involving eight professional health care disciplines, resulting in great variation across hospitals. This variation may affect the CCC system. Another study revealed a difference

in level of agreement of coding for patients who had undergone primary TKA done by a hospital coder and by an individual with orthopedic experience⁽⁹⁾. The hospital coder calculated complication and comorbidity rates of 1.4 and 2.9 per patient, while the orthopedic team reported 0.7 and 3.7 per patient, respectively. This comprehensive analytical approach may help hospitals to deal with changes in reimbursement under the impending TDRG6.

Cost containment is another strategy that hospitals could use to counterbalance any reduction in reimbursement for primary TKA. An initial effort to restrain cost by decreasing LOS has been reported to result in no additional complications after surgery. That effort may be one reason for the reported dramatic decline of hospital LOS following TKA^(10,11). Some studies have reported allocation of cost to hospital services. Healy et al⁽¹²⁾ stated that 78% of the cost associated with TKA was generated in the operating theater, the nursing unit, the recovery room, and the pharmacy. They also found that 80% of the cost was incurred during the first 48 hours of hospitalization⁽¹³⁾. Effenberger et al⁽¹⁴⁾ also demonstrated that the cost generated by personnel, implants, medication, medical technology services, and administration was variable. In the same way, a previous report by the authors of the current study revealed that the specific practices of individual surgeons significantly affected LOS, hospital charges, and thus reimbursement under the current version of TDRG5. Another finding total knee prosthesis in UCS operated by the Government Pharmaceutical Organization [GPO] might deduct hospital costs. In our study, we found no difference in terms of LOS, RW, or profit and loss that could be defined as a discrepancy between reimbursement and hospital charge.

There were some limitations in this study. First, the data was obtained from a single institution, a teaching hospital which performs more than 300 primary

TKAs per year. Other hospitals may have different patterns of patient demography and complexity as well as variability in facilities, cost allocation, and, in particular, the base rate for reimbursement calculations. Second, the number of patients classified as being in a high level of CCC subgroup was too small to show statistical significance of the RW alteration.

Conclusion

The overall reimbursement for primary TKA under the Universal Coverage Scheme with TDRG6 will be slightly decreased (1.6%). Specifically, the relative weight [RW] of TDRG6 for a primary TKA performed on patients with the least clinical and cost complexity [CCC] will be slightly but statistically significantly reduced by 2.8% compared to TDRG5. However, TDRG6 tends to increase the RW for patients in high level of CCC subgroups compared to the similar categories in TDRG5. Reimbursement for primary TKA under the impending TDRG6 may reasonably compensate hospitals for sicker patients, and consequently may minimize selection bias among health care providers.

What is already known on this topic?

Evaluation of TKA patient records has demonstrated that TDRG version 5 provides for reasonable reimbursement of patient's cost for primary TKA in Thailand, and it seems to reimburse appropriately for comorbid patients. The 5th version or TDRG5 will be replaced with the new TDRG version 6 [TDRG6]. This newly developed version will reclassify major diagnostic categories [MDC] as well as the clinical and cost complexity [CCC] system. It will also modify the formula used to calculate relative weight [RW] as well as add updated diagnosis and procedure codes.

What this study adds?

This study suggests that in anticipation of the newly developed TDRG6 as relates to reimbursement among patients undergoing primary TKA in Thailand, it is important for health policy makers, payers, and health care providers to be reassured that TDRG6 reimbursement will appropriately reflect resource utilization based on differences in complexity of the patient's condition.

Acknowledgements

We are immensely grateful to Mr. Supakorn Klampod and Professor Waykin Nopanitaya, PhD, for

their technical support.

Potential conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:780-5.
2. Fetter RB, Thompson JD, Mills RE. A system for cost and reimbursement control in hospitals. *Yale J Biol Med* 1976;49:123-36.
3. Sheingold SH. The first three years of PPS: impact on Medicare costs. *Health Aff (Millwood)* 1989;8:191-204.
4. Padegimas EM, Verma K, Zmistowski B, Rothman RH, Purtill JJ, Howley M. Medicare reimbursement for total joint arthroplasty: The driving forces. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:1007-13.
5. Pugely AJ, Martin CT, Gao Y, Belatti DA, Callaghan JJ. Comorbidities in patients undergoing total knee arthroplasty: do they influence hospital costs and length of stay? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:3943-50.
6. Lavernia CJ, Laoruengthana A, Contreras JS, Rossi MD. All-patient refined diagnosis-related groups in primary arthroplasty. *J Arthroplasty* 2009;24(6 Suppl):19-23.
7. Pongpirul K, Robinson C. Hospital manipulation in the DRG system: a systemic scoping review. *Asian Biomed* 2013;7:301-10.
8. Pongpirul K, Walker DG, Winch PJ, Robinson C. A qualitative study of DRG coding practice in hospitals under the Thai Universal Coverage scheme. *BMC Health Serv Res* 2011;11:71.
9. Mont MA, Mears SC, Jones LC, Rajadhyaksha AD, Krackow AM, Bawa M, et al. Is coding of diagnoses, comorbidities, and complications in total knee arthroplasty accurate? *J Arthroplasty* 2002;17:767-72.
10. Cram P, Lu X, Kates SL, Singh JA, Li Y, Wolf BR. Total knee arthroplasty volume, utilization, and outcomes among Medicare beneficiaries, 1991-2010. *JAMA* 2012;308:1227-36.
11. Joynt KE, Orav EJ, Jha AK. Thirty-day readmission rates for Medicare beneficiaries by race and site of care. *JAMA* 2011;305:675-81.
12. Healy WL, Iorio R, Richards JA. Opportunities for control of hospital cost for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(345):140-7.

13. Healy WL, Iorio R, Richards JA, Lucchesi C. Opportunities for control of hospital costs for total joint arthroplasty after initial cost containment. *J Arthroplasty* 1998;13:504-7.
14. Effenberger H, Rehart S, Zumstein MD, Schuh A. Financing in knee arthroplasty: a benchmarking analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:1349-56.

