

ผลของกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ต่อระดับของซัลเฟตเตต ไกลโคซามิโนไกลแคนในน้ำไขข้อของ
สุนัขที่ถูกเหน็บยาให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อม

นายปิยะ ทานประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเภสัชวิทยาทางสัตวแพทยศาสตร์ ภาควิชาเภสัชวิทยา

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2761-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF GLUCOSAMINE HYDROCHLORIDE ON SULFATED
GLYCOSAMINOGLYCANS IN SYNOVIAL FLUID OF
INDUCED OSTEOARTHRITIC DOGS

Mr. Piya Thanprasert

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Veterinary Pharmacology
Department of Veterinary Pharmacology
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2006
ISBN 974-14-2761-1
Copyright of Chulalongkorn University

491015

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ต่อระดับของซัลเฟตเตดไกลโคซามิโนไกลแคนในน้ำไขข้อของสุนัขที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อม

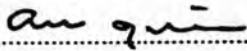
โดย นายปิยะ ทานประเสริฐ

สาขาวิชา เภสัชวิทยาทางสัตวแพทยศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร. วรา พานิชเกรียงไกร

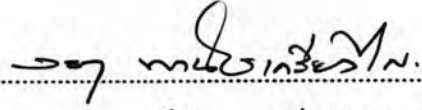
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. กัมปนาท สุนทรวิภาค

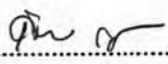
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาโท

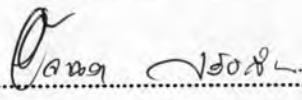

.....คณะบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. อรรถพร คุณาวงษ์กฤต)

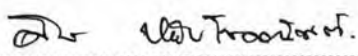
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ อติชาติ พรหมาสา)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร. วรา พานิชเกรียงไกร)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. กัมปนาท สุนทรวิภาค)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อัจฉรา ธวัชสิน)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร. ศิรินทร หิพิโชคอนันต์)

ปิยะ ทานประเสริฐ : ผลของกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ต่อระดับของซัลเฟตเตต
 ไกลโคซามิโนไกลแคนในน้ำไขข้อของสุนัขที่ถูกเหนี่ยวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อม
 (EFFECTS OF GLUCOSAMINE HYDROCHLORIDE ON SULFATED
 GLYCOSAMINOGLYCANS IN SYNOVIAL FLUID OF INDUCED OSTEOARTHRITIC
 DOGS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.สพ.ญ.ดร. วรา พานิชเกรียงไกร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.น.สพ.ดร.
 กัมปนาท สุนทรวิภาต 58 หน้า. ISBN 974-14-2761-1

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ glucosamine hydrochloride ต่อระดับของ
 sulfated glycosaminoglycans ภายในน้ำไขข้อของสุนัขที่ถูกเหนี่ยวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบกับ
 กลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine hydrochloride โดยใช้สุนัขพันธุ์ผสม ไม่จำกัดเพศ จำนวน 12 ตัว แบ่งสุนัข
 ออกเป็น กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเหนี่ยว 4 ตัว และกลุ่มที่ถูกผ่าตัดเหนี่ยวทำให้เกิดภาวะข้อเข่า
 เสื่อมด้วยการตัด cranial cruciate ligament ขาหลังขวาจำนวน 8 ตัว ซึ่งถูกแบ่งย่อยออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มย่อยที่
 1 ได้รับการป้อน glucosamine hydrochloride ขนาด 500 มก./ตัว วันละครั้ง ติดต่อกันทุกวัน เป็นระยะเวลา 6
 เดือน กลุ่มย่อยที่ 2 ไม่ได้รับการป้อน glucosamine hydrochloride แต่ได้รับการป้อนอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด
 แทน ทำการประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกและเจาะเก็บตัวอย่างน้ำไขข้อของสุนัขทุกตัวก่อนการ
 ทดลอง และทุก 4 สัปดาห์หลังการผ่าตัดข้อเข่าจนสิ้นสุดการทดลอง นำน้ำไขข้อที่ได้มาตรวจวิเคราะห์ระดับ
 ของ sulfated glycosaminoglycans โดยใช้วิธี direct dimethylmethylene blue assay

ผลการทดลองพบว่า สุนัขในกลุ่มที่ได้รับ glucosamine มีอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกลดลง
 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสุนัขในกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine โดยจะเริ่มเห็นผลหลังจากได้รับ
 glucosamine ติดต่อกันอย่างน้อย 5 เดือน นอกจากนี้สุนัขในกลุ่มที่ได้รับ glucosamine hydrochloride มีระดับ
 sulfated glycosaminoglycans ในน้ำไขข้อทั้งขาข้างที่มีข้อเข่าเสื่อมและขาปกติที่ไม่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมสูงขึ้น
 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine hydrochloride และการเพิ่มขึ้นของ sulfated
 glycosaminoglycans จะเกิดขึ้นภายหลังจากสุนัขได้รับ glucosamine hydrochloride ไปแล้วอย่างน้อย 2 เดือน
 จากผลการทดลองครั้งนี้สรุปว่า glucosamine hydrochloride ช่วยเพิ่มระดับของ sulfated glycosaminoglycans
 ภายในน้ำไขข้อได้ตั้งแต่ 2 เดือนหลังได้รับยาแต่ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 5 เดือนในการลดอาการเจ็บขาที่
 แสดงออกทางคลินิก

ภาควิชา เกษัตริวิทยา

สาขาวิชา เกษัตริวิทยาทางสัตวแพทยศาสตร์

ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4775565431 : MAJOR VETERINARY PHARMACOLOGY

KEYWORDS : GLUCOSAMINE HYDROCHLORIDE/OSTEOARTHRITIS/SULFATED
GLYCOSAMINOGLYCANS/SYNOVIAL FLUID/DOG

PIYA THANPRASERT : EFFECTS OF GLUCOSAMINE HYDROCHLORIDE ON
SULFATED GLYCOSAMINOGLYCANS IN SYNOVIAL FLUID OF OSTEOARTHRITIC DOGS.

THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. WARA PANICHKRIANGKRAI, D.V.M., M.S., Ph.D.,

THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. KUMPANART SOONTORNVIPART, D.V.M., Ph.D.,

58 pp. ISBN 974-14-2761-1

The purpose of this study was to investigate the effects of glucosamine hydrochloride on sulfated glycosaminoglycans concentration in synovial fluid of normal and induced-osteoarthritic dogs. Twelve mixed-bred dogs were divided into : normal control (n=4) and osteoarthritis induced (n=8). The latter was then randomly allocated into 2 subgroups of 4 each, subgroup 1 received glucosamine hydrochloride 500 mg once daily for 6 months, subgroup 2 and normal control group received dried dog food as placebo for the same period of time. Lameness score judgement was done and synovial fluid was collected before and after the induction at the interval of 4 weeks after osteoarthritis induction until the end of the experiment. Samples were analyzed for sulfated glycosaminoglycans using direct dimethylmethylene blue assay.

The results showed that dogs treated with glucosamine for at least 5 months have significantly reduced lameness score compared with the placebo and control groups. Moreover dogs in glucosamine treated group have significantly higher sulfated glycosaminoglycans in osteoarthritic and non-osteoarthritic hindlimbs compared with osteoarthritic hindlimb of the placebo group. Sulfated glycosaminoglycans started to increase significantly at 2 month after glucosamine hydrochloride treatment. The results in the present study suggested that glucosamine hydrochloride, in the dose of 500 mg once daily, given at least 2 months is able to increase sulfated glycosaminoglycans but needs at least 5 months to reduced lameness.

Department Veterinary Pharmacology
Field of study Veterinary Pharmacology
Academic year 2006

Student's signature..... *Piya Thanprasert*
Advisor's signature..... *Assoc. Prof. Wara Panichkriangkrai*
Co-advisor's signature..... *Asst. Prof. Kumpanart Soontornvipart*

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สพ.ญ.ดร.วรา พานิชเกรียงไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.กัมปนาท สุนทรวิภาต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการผ่าตัดเห็นยว่นำสุนัขให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อม ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวิจัยอย่างมากมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อัจฉรา ธวัชสิน ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการเขียนวิทยานิพนธ์อย่างมาก

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ไพธิน สิทธิวิเชียรวงศ์ อาจารย์ประจำคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปใช้เครื่องปั่นแยกความเร็วสูง

ขอขอบคุณ นางสาววัลยา อมรรตนาบุตร และเพื่อนนักศึกษาในห้องทดลองทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวิจัยอย่างมากมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชา เกษัตริวิทยา และภาควิชา ศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดูแลสัตว์ทดลอง และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครู อาจารย์ ซึ่งให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจตลอดมาและขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฐ

บทที่

1 บทนำ.....	1
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
1. คำจำกัดความของ โรคข้อเสื่อม.....	3
2. ลักษณะทางกายวิภาคของข้อที่มีเยื่อข้อ.....	3
3. พยาธิวิทยาของโรคข้อเสื่อม.....	10
4. อาการทางคลินิก.....	13
5. การวินิจฉัยโรคข้อเสื่อม.....	14
6. การรักษาโรคข้อเสื่อม.....	17
7. ข้อมูลเกี่ยวกับ glucosamine.....	19
3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	26
1. วัสดุและอุปกรณ์.....	26
2. วิธีดำเนินการทดลอง.....	26
3. การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	29
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	30
1. ผลของ glucosamine hydrochloride ต่ออาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิก ของสุนัขที่ถูกเหน็บยาทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบกับสุนัขปกติ.....	30
2. ระดับ sulfated glycosaminoglycans (sGAG) ในน้ำไขข้อขาซ้ายและ ขาขวาของสุนัขปกติ.....	34

3.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายและขาขวาของสุนัขที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและไม่ได้รับ glucosamine (non-glucosamine group)	35
4.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายและขาขวาของสุนัขที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและได้รับ glucosamine (glucosamine treated group)	36
5.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาขวาที่ได้รับการผ่าตัดเหนียวทำให้เกิด ภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับกลุ่ม ที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	37
6.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาปกติซ้ายของสุนัขที่ขาขวาได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	38
7.	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อกับคะแนนจากการ ประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	40
8.	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อกับคะแนนจากการ ประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ได้รับ glucosamine.....	41
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ.....	42
	อภิปรายผล.....	42
1.	ผลของ glucosamine hydrochloride ต่ออาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิก ของสุนัขที่ถูกเหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบกับสุนัขปกติ.....	42
2.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายและขาขวาของสุนัขปกติ.....	43
3.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายและขาขวาของสุนัขที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและไม่ได้รับ glucosamine.....	43
4.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายและขาขวาของสุนัขที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและได้รับ glucosamine.....	44
5.	ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาขวาที่ได้รับการผ่าตัดเหนียวทำให้เกิดภาวะ ข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับกลุ่มที่ไม่ ได้รับ glucosamine.....	46

6. ระดับ sGAG ในน้ำไขข้อขาปกติซ้ายของสุนัขที่ขาขวาได้รับการผ่าตัด เหนียวน้ำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	47
7. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อกับคะแนนจากการ ประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	48
8. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อกับคะแนนจากการ ประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ได้รับ glucosamine.....	48
สรุปผลการวิจัย.....	49
ข้อเสนอแนะ.....	49
รายการอ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	59

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การประเมินอาการเจ็บขา.....	26
2	ค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิก ของสุนัขในกลุ่ม normal , glucosamine treated และ non-glucosamine group....	33
3	ค่าเฉลี่ยของ sulfated glycosaminoglycans ในน้ำไขข้อ (µg/ml) ของสุนัขในกลุ่ม normal , glucosamine treated และ non-glucosamine group....	39

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทางกายวิภาคของข้อ.....	4
2	กระดูกอ่อนผิวข้อ.....	5
3	โครงสร้างของ collagen.....	7
4	โครงสร้างของ aggrecans.....	8
5	โครงสร้างของ proteoglycan.....	9
6	พยาธิกำเนิดของโรคข้อเสื่อม.....	11
7	การเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมของกระดูกอ่อน.....	12
8	โครงสร้างทางเคมีของ glucosamine hydrochloride.....	20
9	Glucosamine pathways.....	21
10	คะแนนจากการประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่ม ที่ได้รับการผ่าตัดเหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและไม่ได้รับ glucosamine กับสุนัขกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเหนียวและไม่ได้รับ glucosamine....	30
11	คะแนนจากการประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ ได้รับการผ่าตัดเหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมและได้รับ glucosamine กับ สุนัขกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเหนียวและไม่ได้รับ glucosamine.....	31
12	คะแนนจากการประเมินของอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัข กลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	32
13	ระดับของ sGAG ในน้ำไขข้อของขาซ้ายและขาขวาของสุนัขในกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเหนียวทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อมและไม่ได้รับ glucosamine ตั้งแต่เดือนที่ 0 จนถึงเดือนที่ 6.....	34
14	ระดับของ sGAG ในน้ำไขข้อของขาซ้ายที่ปกติและขาขวาที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมของสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	35
15	ระดับของ sGAG ในน้ำไขข้อของขาซ้ายที่ปกติและขาขวาที่ได้รับการผ่าตัด เหนียวทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมของสุนัขในกลุ่มที่ได้รับ glucosamine.....	36
16	ระดับของ sGAG ในน้ำไขข้อของขาขวาที่ได้รับการผ่าตัดเหนียวให้เกิด ภาวะข้อเข่าเสื่อมของสุนัขกลุ่มที่ได้รับ glucosamine กับสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine ในแต่ละช่วงเวลา.....	37
17	ระดับของ sGAG ในน้ำไขข้อขาซ้ายขาที่ปกติของสุนัขกลุ่มที่ได้รับ glucosamine และสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine ในแต่ละช่วงเวลา.....	38

ภาพที่		หน้า
18	คะแนนจากการประเมินอาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกกับระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อเข่าขวาของสุนัขกลุ่มที่ไม่ได้รับ glucosamine.....	40
19	ระดับ sGAG ภายในน้ำไขข้อเข่าขวากับระดับคะแนนจากการประเมิน อาการเจ็บขาที่แสดงออกทางคลินิกของสุนัขกลุ่มที่ได้รับ glucosamine.....	41

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

β	=	Beta
μg	=	Microgram
μl	=	Microlitre
ACL	=	Anterior cruciate ligament
BMPs	=	Bone morphogenetic proteins
CCL	=	Cranial cruciate ligament
COX	=	Cyclooxygenase
DJD	=	Degenerative joint disease
DMMB	=	1,9 dimethylmethylene blue
DNA	=	Deoxyribonucleic acid
EDTA	=	Ethylenediamine tetraacetic acid
eNOS	=	Endothelial nitric oxide synthase
IGF	=	Insulin-like factor
IL	=	Interleukin
ml	=	Millilitre
MMPs	=	Matrix metalloproteinases
NSAIDs	=	Non steroidal anti-inflammatory drugs
nm	=	Nanometre
OA	=	Osteoarthritis
PAI	=	Plasminogen activator inhibitor
PGE2	=	Prostaglandin E2
PKC	=	Protein kinase C
Q-RT-PCR	=	Quantitative real-time polymerase chain reaction
RNA	=	Ribonucleic acid
sGAG	=	Sulfated glycosaminoglycans
SE	=	Standard error of mean

TGF	=	Transforming growth factor
TPLO	=	Tibial plateau leveling osteotomy
u-PA	=	Urokinase
WOMAC	=	Western Ontario McMaster University Osteoarthritis Index
<	=	น้อยกว่า
มก.	=	มิลลิกรัม
มล.	=	มิลลิลิตร