

Surgical management of limb compartment syndrome

บรรยายโดย อ.นพ.นเรนทร์ โชติรสนิรมิต

เรียบเรียงโดย พญ.จิรภรณ์ พรหมบุตร

อาจารย์ผู้ควบคุม อ.พญ.ภัทรส สว่างศรี

Definition

Compartment syndrome คือ สภาวะที่มีการเพิ่มขึ้นของความดัน ภายในพื้นที่ของ osteofascial space ที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งทำให้เกิดการลดลงของ capillary blood perfusion จนต่ำกว่าระดับที่เซลล์ต่างๆ จะคงสภาพอยู่ได้

Paper แรกที่พูดถึง definition

Richad von volkman คือคนที่พูดถึง compartment ที่ดังมาก เค้สเกิดจากคนใช้หลายคนที่พัน bandage ที่แน่นมากจนเกิด contracture ของ limb และส่งผลตามมามี arterial flow ไป muscle ลดลง เกิด ischemia disability ของขา

20 ปีต่อมามีหมอชื่อ murphy ดีพิมพ์ ใน JAMA พูดถึงเรื่องของ การพัน bandage ที่แน่น ทำให้ fascia ดึง muscle ดึง และเกิด muscle ischemia

Pathophysiology

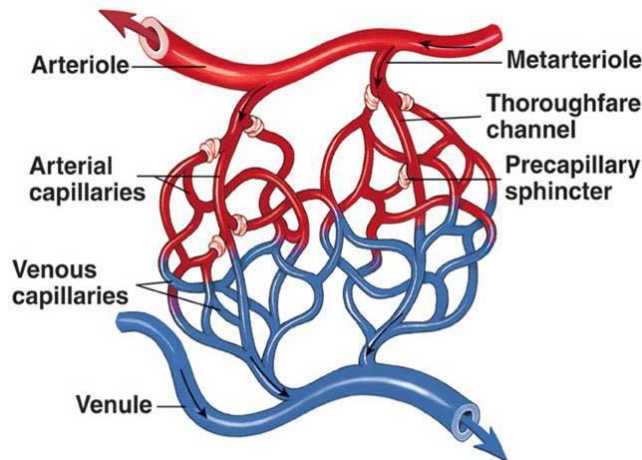


Fig. 1 Circulation to muscle

circulation ที่ไปเลี้ยง muscle arteriole ไปสู่ arterial capillary ไปสู่ venous capillary ไปยัง venule
เมื่อ pressure สูงขึ้นเรื่อยๆ กด capillary venule site ก่อน เมื่อ venule site ถูกกด drainage ไม่ดี pressure สูงขึ้นเรื่อยๆ ก็ไปกด arterial capillary แล้วทำให้ perfusion muscle แย่ลง

ขณะที่ major artery ใหญ่อาจจะไม่ได้ถูก occlude ดังนั้น pulse ส่วยปลายยังคลำได้ แต่ capillary ที่เป็น perfusion muscle ได้เสีย function ไปแล้ว ดังนั้น เวลาเกิด compartment syndrome อาจจะคลำ artery ได้ แต่ function ที่ perfusion muscle เสียไปแล้ว

Compartment pressure

- Critical closing pressure

pressure ตัวหนึ่งที่เราควรรู้จัก เรียกว่า critical closing pressure คือ pressure ที่ทำให้เกิดการอุดตัน ของ capillary จนมีการ collapse blood flow ที่ไปเลี้ยง muscle

muscle และ nerve ตาย แล้วคนไข้มี disability หรือเสียชีวิต

- Absolute ICP threshold

ส่วนมากมี study ศึกษาในสุนัข ส่วนใหญ่ accept ที่ประมาณ 30 mmHg ถ้า pressure มีค่ามากกว่า 30 mmHg ที่ตั้งไว้ 8 ชั่วโมง กล้ามเนื้อตาย พบในสุนัข

Pressure น้อยกว่า 30 mmHg ไม่ค่อยมี necrosis ตั้งแต่ปี 1981 มีการนำตัวเลขนี้เข้ามาเรื่อยๆ

ต่อมา พบว่าการใช้ pressure อย่างเดียว อาจจะไม่ accurate พอ คนไข้จำนวนหนึ่งถ้าใช้ pressure อย่างเดียว อาจจะถูก fasciotomy โดยมากเกินความจำเป็น

เลยมีการทำ study ใหม่ โดยใช้คำว่า *Dynamic ICP threshold* คือเอา pressure บางอย่างของคนไข้ เอา MAP-ICP พบว่าน้อยกว่า 30 mmHg เกิด tissue ischemia ถ้าน้อยกว่า 40 mmHg มักจะเริ่มมี injury แล้ว

บาง study เอา Diastolic- ICP น้อยกว่า 10 mmHg

- Dynamic ICP threshold

จะ appropriate กว่า ถ้าจะเลือก case ไปทำ fasciotomy เพราะฉะนั้นเวลาวัด ต้องวัด blood pressure คนไข้ด้วย

Clinical Etiology

การวัด compartment มันวัดได้หลายวิธี เราจะมี ICP สูงได้มี 2 อย่าง

- Vascular cause

- Ischemia มี ischemic reperfusion injury
- Injury ต่อ artery หรือ vein
- Crush injury ทำให้ muscle บวม
- Venous occlusion เกิด phlegmacia ceruloia dolor
- Hemorrhage ใน compartment ก็ทำให้เกิด compartment syndrome

- Nonvascular cause

- Fracture ของ tibia, forearm แล้วมีการ bleed โดยที่ไม่เกี่ยวกับ vascular injury area ที่ prone ในการเกิด compartment syndrome มากที่สุดก็คือ anterior compartment ของ leg กับ flexor compartment of forearm
- Crush injury
- Iatrogenic: extravasation of fluid, cast

Clinical features and Diagnosis

ผู้ป่วย compartment syndrome มักมีอาการปวดที่รุนแรงกว่าลักษณะการบาดเจ็บ โดยลักษณะ (disproportionate) ของอาการปวดมักเป็นอาการปวดแสบ(burning) และมักมีอาการชาร่วม

การวินิจฉัยภาวะ Compartment syndrome ในอดีตใช้การวินิจฉัยจาก classic sign คือ sign 5P ซึ่งประกอบไปด้วย pain, pallor, pulselessness, paresthesias, paralysis โดยบางที่อาจมีการเพิ่มอีก 1P คือ poikilothermia ซึ่งจากทั้งหมดแล้วมีเพียงแค่อาการปวด (pain) เท่านั้นที่พบได้รวดเร็วและบ่อยใน compartment syndrome

อย่างไรก็ตาม อาการปวด ก็ไม่ได้พบได้เสมอไปในภาวะนี้ เนื่องจากผู้ป่วยส่วนมากที่มีความเสี่ยง ต่อการเกิด Acute compartment syndrome มักเป็นผู้ป่วยอุบัติเหตุและมักมีการหักของกระดูกและการ บาดเจ็บต่อเส้นประสาทร่วม ซึ่งทำให้เกิดอาการปวดได้ นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุรุนแรงอาการ สำคัญอย่างอื่นในผู้ป่วยก็สามารถบดบังอาการปวดจาก acute compartment syndrome ได้นอกจากนี้ ผู้ป่วยที่ได้รับการทำการระงับปวดด้วย nerve blocks ก็จะไม่สามารถให้ประวัติเรื่องอาการปวดที่เพิ่มขึ้นได้ ฉะนั้นการวัดความดันภายใน Compartment ก็เป็นสิ่งจำเป็นในการทำ Definite diagnosis

การตรวจร่างกายที่ช่วยสนับสนุนภาวะ Acute compartment syndrome ที่ถือเป็น early sign คือ การมีอาการปวดจากการถูกยืดกล้ามเนื้อ (Pain on passive stretching) และการสูญเสียการรับรู้ในการ รับความรู้สึกแบบ 2-point discrimination นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่เกิด acute anterior lower leg compartment syndrome จะพบอาการชาที่บริเวณ นิ้วโป้งและนิ้วชี้ของเท้าเป็นอาการแรกได้ (จาก superficial peroneal nerve)

Fact

- การคลำ pulse ได้ ไม่ได้บอกว่า ไม่ได้เป็น compartment syndrome เพราะ pressure กด capillary ไม่ได้กด major vessel
- การมีแผลเปิด ก็ไม่ได้บอกว่า คนไข้ไม่ได้มี compartment syndrome
- 6Ps: late sign, extensive, irreversible

Measure of compartment pressure

การวัด compartment อาจจะมีประโยชน์ใน 3 กรณี

1. ตรวจร่างกายไม่ได้ แต่สงสัย compartment syndrome เช่น ในเด็ก, ผู้ป่วยอุบัติเหตุทางสมอง
2. ไม่มี sign high risk ของ compartment
3. การผ่าตัดนั้นอาจส่งผลเสีย การทำ fasciotomy อาจจะทำโดยไม่จำเป็น เช่น closed fracture แล้วไม่แน่ใจ พอ fasciotomy เปลี่ยน closed fracture เป็น open fracture เราอาจจะต้องวัด compartment เพื่อยืนยันการวินิจฉัย อย่างไรก็ตามถ้า clinical เข้าได้กับ compartment syndrome ไม่ต้องวัดก็ได้

การวัดความดันใน Compartment (Measurement of compartment pressure)

ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บที่ศีรษะ, ผู้ป่วยที่หมดสติ, ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บที่รุนแรงหลายตำแหน่ง หรือในผู้ป่วยที่อาจมีการได้รับยาหรือสารพิษ ที่ทำให้เกิดการบดบังอาการแสดงของ compartment syndrome การวัดค่าของ compartment pressure จึงมีความสำคัญในกรณีนี้ ค่าของ Compartment pressure ที่บ่งบอกถึงการเกิดภาวะ compartment syndrome ได้มีการศึกษาไว้ดังนี้

- มีค่าความต่างของความดัน (Diastolic minus compartment pressure) เท่ากับ 30 mmHg (McQueen and Court-Brown 1996)
- มีค่าที่ได้จากการวัด Compartment pressure โดยตรงเท่ากับ 45mmHg (Matsen)

นอกจากนี้การแปลผลของค่าความดันที่วัดได้ ได้มีการกล่าวถึงดังนี้

- ค่าความดันปกติภายใน tissue compartment อยู่ที่ประมาณ 0-8 mmHg
- Capillary blood flow จะถูกรบกวนเมื่อมีความดันอยู่ที่ประมาณ 20 mmHg
- ผู้ป่วยจะมีอาการปวดเมื่อมีความดันอยู่ที่ประมาณ 20-30 mmHg
- ภาวะ Ischemia จะเริ่มเกิดที่ความดันที่มากกว่า 30 mmHg อย่างไรก็ตาม ไม่ได้มีการกล่าวถึงค่าความดันที่แน่นอนในการทำ fasciotomy แต่ในทางปฏิบัติจะ ถือความดัน absolute pressure ที่มากกว่า 30 mmHg หรือ 45 mmHg ที่จำเป็นจะต้องมีการทำ fasciotomy

การวัด compartment pressure สามารถทำได้ 4 วิธีดังนี้

1. Whiteside infusion technique

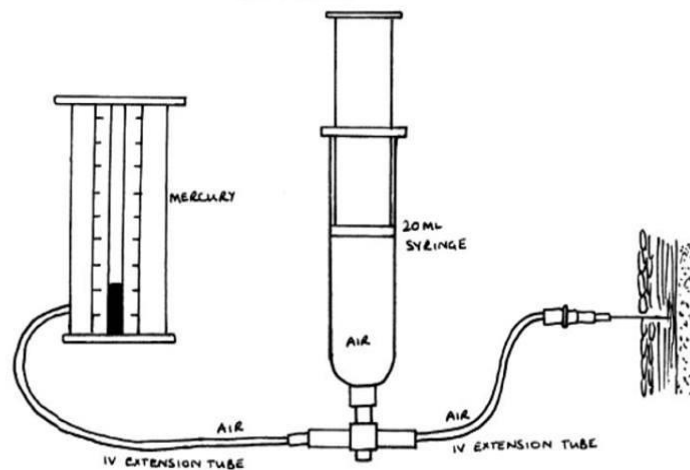


Fig. 2 Whitesides infusion technique

เป็นการวัดความดัน โดยการใช้ 18-gauge needle ต่อเข้ากับระบบและวัดความดันโดยแปลผลจาก manometer

2. The still catheter

เป็นการวัดความดันโดยใช้ 18-gauge needle และแปลผลจาก slit catheter

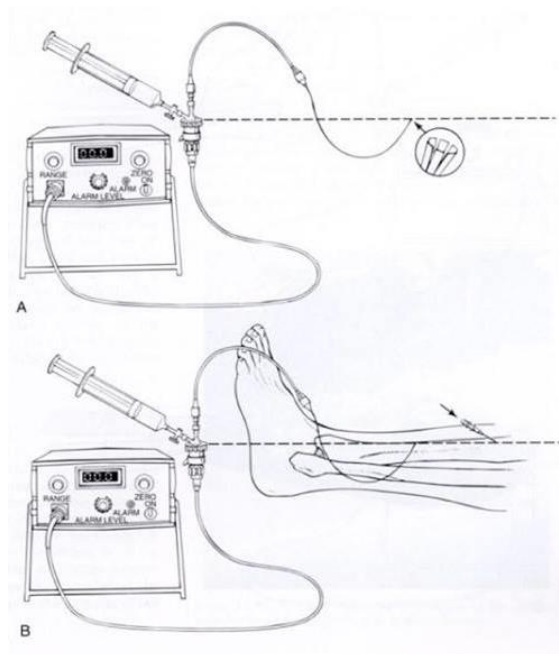


Fig. 3 The still catheter system

3. Stryker STIC system

เป็นเครื่องมือวัดความดันที่เป็น Electronic มีความสะดวก ใช้งานง่าย และสามารถวัดได้หลายตำแหน่งในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน



Fig. 4 Stryker STIC system

4. The Wick cath

เป็นวิธีการวัดความดันที่ดัดแปลงมาจากการวัด subcutaneous pressure ซึ่งทำให้สะดวกต่อการวัดและใส่ในชั้นกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังสามารถวัดค่าความดันได้อย่างต่อเนื่อง

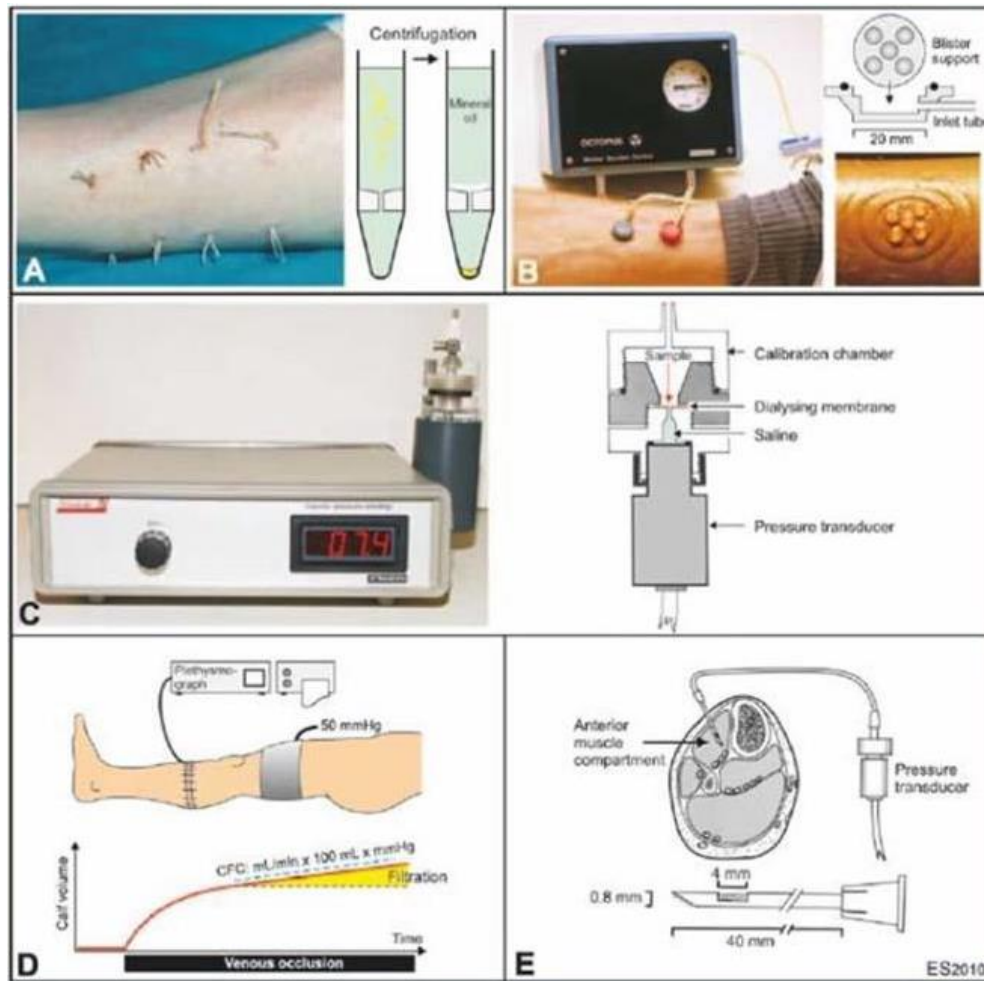


Fig. 5 The Wick cath system

Unusual presentation

ที่อื่น ๆ ที่เกิด compartment syndrome ได้คือ

- Hand มี 10 compartment ทำให้มี paralysis ของ intrinsic muscle
- Thigh โดยเฉพาะต้นขา และมักเกิดบ่อยๆ ที่ anterior compartment
- Foot
- Buttock พบในกลุ่มที่ angiogram embolise พวก hypogastric artery ใน fracture ของ pelvis ก็สามารถเกิด gluteal compartment ได้

Fasciotomy

" Δ (Delta)-P": diastolic BP-ICP

≤ 30 mmHg : suggest compartment syndrome >> fasciotomy

Contraindication

Nonviable extremity อาจจะเกิด ischemic reperfusion ตามมา ผู้ป่วยอาจจะเสียชีวิตได้

Technique of fasciotomy

1. Lower extremity
 - Leg มี 4 compartment
 - Anterior
 - Lateral
 - Superficial posterior
 - Deep posterior

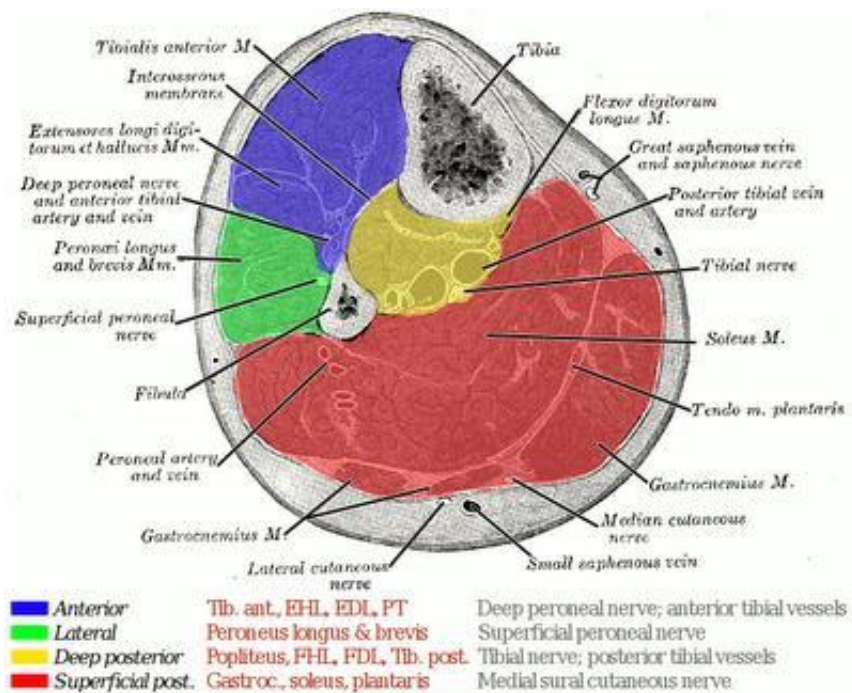


Fig. 6 Compartment of leg

Incision มี 2 แบบ

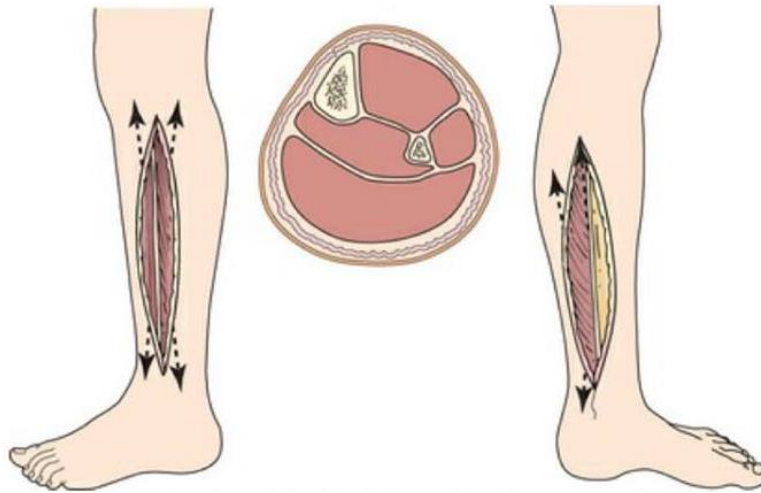


Fig. 7 Double incision for fasciotomy of lower leg



Fig. 8 (left) The medial incision is made 1 cm posterior to palpable tibia, (right) The lateral incision is centered between the tibia crest and the fibula

two incision คือ medial กับ lateral

- Lateral incision

release anterior และ lateral compartment ลง lateral side ต่อ tibia เป็นไปได้ให้อยู่ระหว่าง mid-way ระหว่าง tibia and fibula ลากจากข้างบนได้เข้ายาวลงมาถึงข้อเท้า

- Medial incision

release deep posterior and superficial posterior compartment 1 FB หลังต่อ tibia edge ลากยาวลงมาตั้งแต่ได้เข้าลงมาเหนือ ข้อเท้าเล็กน้อย

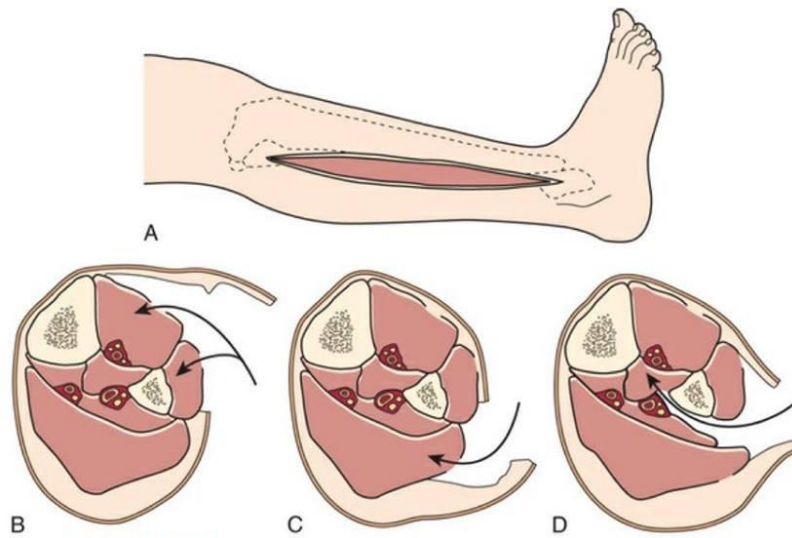


Fig. 9 Single incision for release compartment pressure

single incision

ไม่มีนิยม และ release ไม่หมด

ลง incision lateral ลงมายาวจนถึงเหนือหัวเข่า ลงมาเหนือตาตุ่ม 2-3 cm เปิดเสาะ skin เป็น flap เพื่อ release anterior and lateral compartment หลังจากนั้น เสาะ skin เป็น flap ด้าน posterior เพื่อ release superficial posterior compartment ทะลวงเข้าไปให้เจอ fibula มุดเข้าไปใต้ fibula เพื่อเปิด deep posterior compartment วิธีนี้จะ destroy tissue เยอะ 2 incision จึงดีกว่า

Pitfall in lower extremities fasciotomy

- มักจะ miss anterior compartment หมายความว่าเมื่อลง lateral incision เสร็จ มักจะ release pressure เฉพาะ lateral compartment แล้วลืมทำ anterior compartment หรือลง medial incision เสร็จแล้ว release เฉพาะ superficial ลืม release deep posterior compartment
- skin ลงเล็กเกินไป
- ต้องลงให้ full extend compartment
- หลีกเลี่ยงการโดน saphenous vein และ deep peroneal nerve

2. Thigh

มี 3 compartment

- Anterior compartment
- Posterior compartment
- Medial compartment

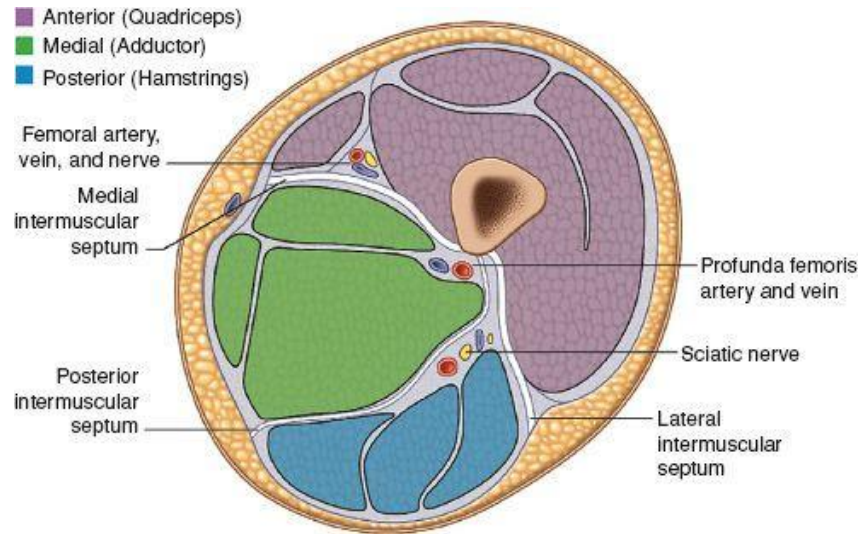


Fig. 10 Compartment of thigh

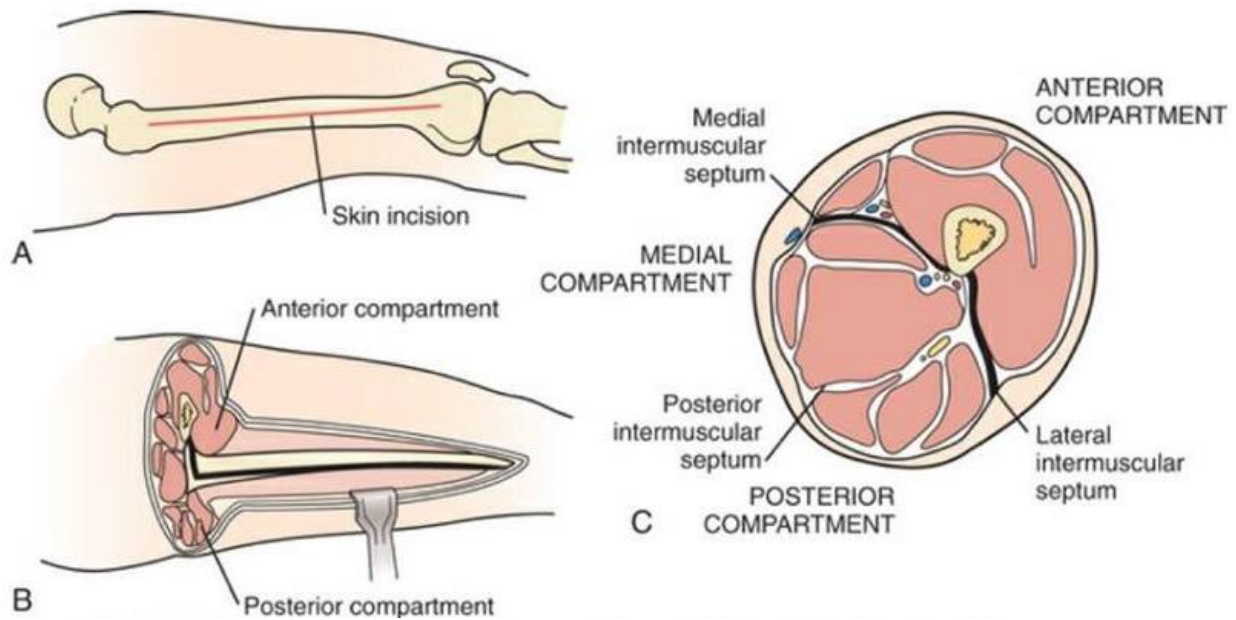


Fig. 11 Incision and space for thigh fasciotomy

Anterior compartment พบได้บ่อย เวลาที่มี compartment syndrome จะลงที่ lateral incision ลากจาก intertrochanteric line ขาวไป lateral epicondyle เพื่อ release anterior และ posterior compartment

Medial compartment เมื่อกรีดเสร็จ เปิด anterior compartment ตัด fascia lata ตัด anterior และ posterior Muscle ปลิ้นเสร็จ มันจะ release แค่อันterior กับ posterior compartment แต่ medial อาจจะไม่ต้อง decompress เพราะส่วนใหญ่เชื่อว่า medial compartment มักจะกลับมาอยู่ในเกณฑ์ normal เมื่อเรา release 2 compartment นั้นแล้ว

3. Forearm

most common site ของ compartment syndrome ของ upper extremities

- Volar side (flexor, superficial and deep)
- Lateral side
- Dorsal side (dorsal, superficial and deep)

ส่วนใหญ่มักจะเกิดที่ Volar มี compartment syndrome ได้บ่อยกว่า dorsal โดย muscle ที่จะมีปัญหาคือ flexure digitorum, profundus และ flexure pollicis longus

Incision ที่ใช้ใน upper extremities มี 2 incision

- ลง volar side และ dorsal side

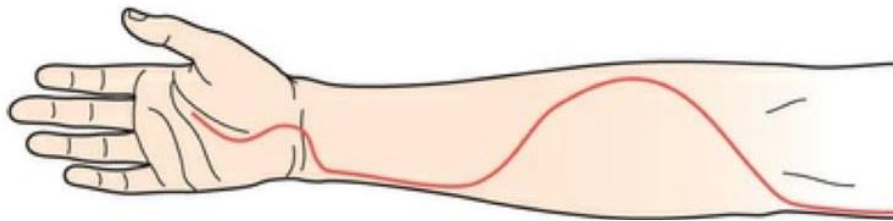


Fig. 12 Volar fasciotomy incision

- Volar side

- ลง extend ตั้งแต่ medial โค้งอ้อม ไป lateral เลี้ยวไปข้อมือ เข้าไปถึง carpal tunnel
- Release ทั้ง lateral และ volar compartment ของแขน

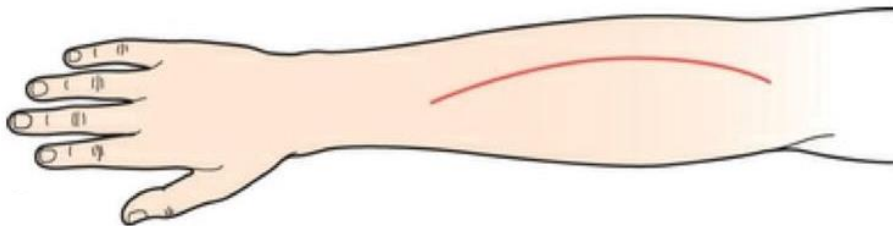


Fig. 13 Dorsal fasciotomy incision

- Dorsal side

- incision ของ dorsal compartment ตั้งแต่ lateral epicondyle ลากยาวถึง wrist เพื่อ release extensor carpi radialis brevis และ extensor digitorum communis

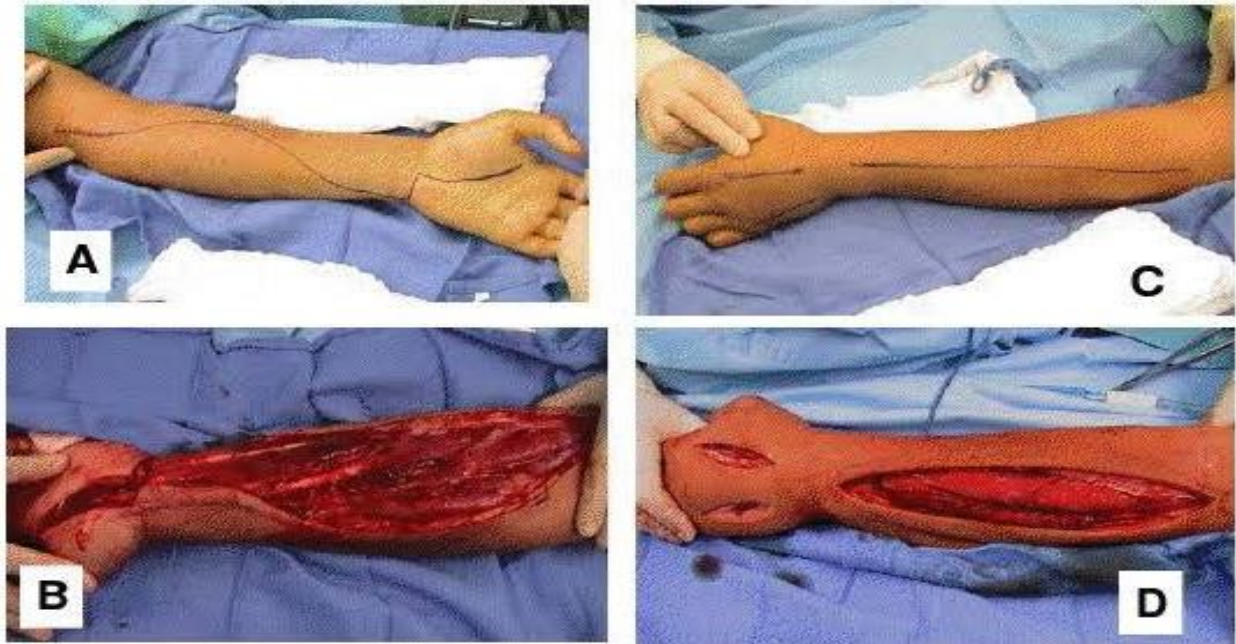


Fig. 14 The volar incision (landmark A & resultant exposure B) allow for decompression of the anterior compartment and may be carried down to the carpal tunnel or up onto arm. The dorsal incision (landmark C & resultant exposure D) decompress the posterior compartment of the forearm and can be used to decompress the hand.

4. Hand

เจอไม่บ่อย มี 10 compartment

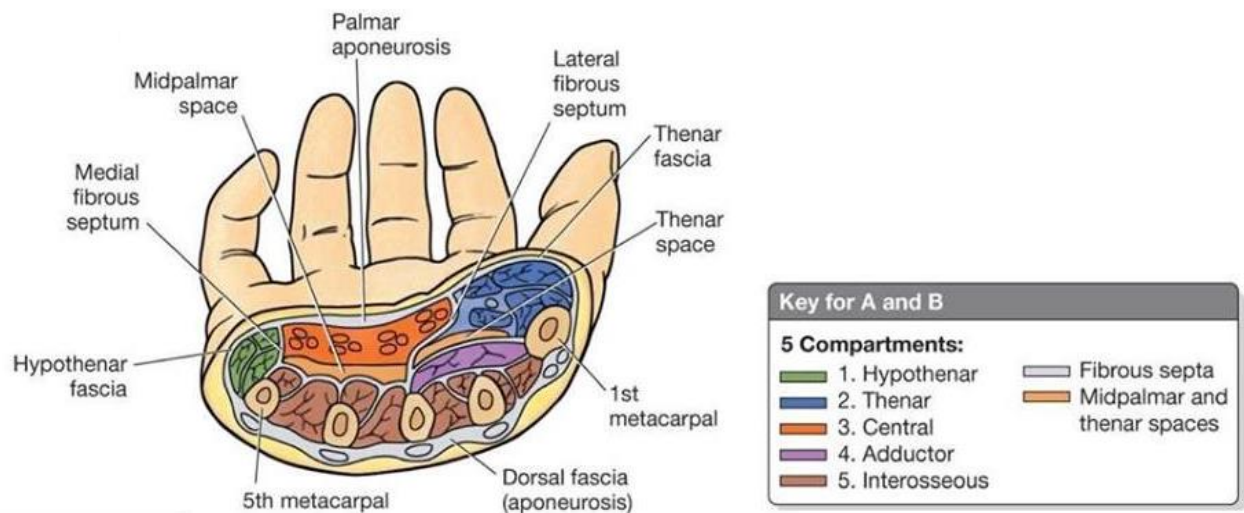


Fig. 15 Hand compartment anatomy

- Dorsal interossei (4 compartment)
- Palmar interossei (3 compartment)
- Adductor pollicis compartment
- Thenar compartment
- Hypothenar compartment

มักจะลง 2 incision

- ลงบนกระดูก Metacarpal bone ที่ 2 และ 4 แล้ว dissect ไปข้าง bone แหวก intrinsic muscle 2 ข้างของ bone



Fig. 16 Hand fasciotomy

Goal

การทำ fasciotomy เพื่อป้องกันไม่ให้ muscle มีปัญหา และมี necrosis ตามมา

Fasciotomy wound management

- Fasciotomy wound closure
- Delayed primary closure
- Closure by secondary intention
- Gradual dermal apposition
- Split thickness skin grafting
- Myocutaneous flap coverage

Delayed primary closure

คือ ทิ้งไว้ 2-3 วัน แล้วจึงมาเย็บ ส่วนใหญ่ถ้าทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วันถ้าเอามาเย็บ จะ develop compartment ใหม่ พบมากกว่า 50%

Closure by secondary intension

ทำแผลไปเรื่อยๆ รอหายเอง ใช้เวลานานหลายเดือนกว่าจะหายมักจะเสียเวลา

Gradual dermal apposition

แนะนำให้ทำ คือค่อยๆ ปิด มี device หลายอย่าง



Fig. 17 Shoe lace technique



Fig. 18 vacuum dressing (VAC)



Fig. 19 Split thickness skin grafting

Outcome

- Early
 - Major amputation 5-21%
 - Mortality rate 11-15%
 - Wound complication 4-38% อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนจะเพิ่มขึ้นได้ถ้า fasciotomy เกิน 6 ชั่วโมง
 - Neurologic deficit 7-36%
- Late
 - 77% : Impair sensation
 - 47% : CVI
 - 13% : Recurrent ulceration at fasciotomy site
 - 7.5% : late amputation (30 day-1 yr)
 - 7% : Tethered tendons

Missed compartment syndrome

- Amputation 50%
- Significant Neuropathy 92%
- Volkman ischemia ทำให้เกิด contracture

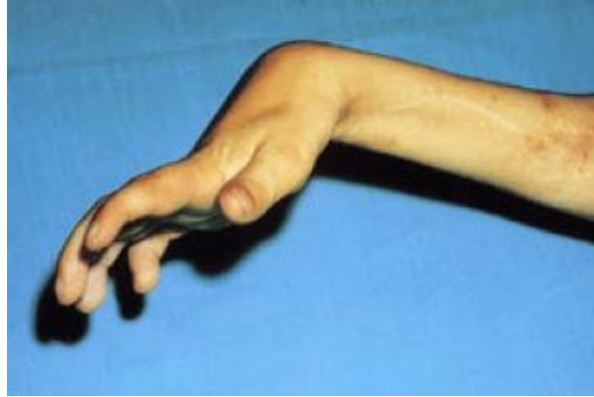


Fig. 20 Contracture from miss fasciotomy

Reference

- ATLS 9th edition