

경골 골절후 격실 조직압의 변화에 대한 임상적 고찰

한강성심병원 정형외과

신형용 · 조원호 · 강조웅 · 이창주 · 장익열

- Abstract -

Tissue Pressure Changes following Tibia Fracture

Ik Yull Chang, M.D., Chang Ju Lee, M.D., Jho Woong Kang, M.D., Won Ho Cho, M.D.
and Hyoung Yong Shin, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Han Kang Sung Sim Hospital

Delayed diagnosis of the compartmental syndrome and subsequent delay in performing the fasciotomy can result in needless loss of function and possible amputation of the involved extremity.

Unfortunately early evidence of this syndrome is difficult to assess.

A direct measurement of the tissue pressure within a closed compartment has been developed which provides physicians with reliable information for determining the need for fasciotomy.

In the 27 cases of the tibia fracture, tissue pressure was measured directly by method of the needle manometer in the Department of Orthopedic Surgery, Han Kang Sung Sim Hospital from March, 1979 to August, 1979.

The results were as follows :

1. The highest mean tissue pressure per hour was 28 mmHg in anterior compartment at 24 hours after trauma, and 28.4 mmHg in deep post compartment at the same hours.
2. The highest pressure measured in all cases was 38 mmHg in anterior compartment at 24 hours and 39 mmHg in deep posterior compartment at 48 hours after trauma.
3. The return of increased tissue pressure to less than 10 mmHg took 122.6 hours in anterior and 124.4 hours in deep posterior compartment.
4. Tissue pressure was higher when there was associated fibula fracture.
5. Tissue pressure was higher in displaced fractures than in undisplaced fractures.
6. Tissue pressure was higher when fracture was in its upper one-third.
7. Tissue pressure was higher in comminuted fracture than simple fracture.

Key words : Tissue Pressure, Tibia Fracture.

서 론

사지 골절후 근육군의 격실 조직압의 증가가 상당한

* 이 논문의 요지는 제 23 차 정형외과 추계 학술대회에
서 발표되었음.

정도에 이르면 근육 신경등 연부조직에 저혈성 병변이
유발되어 이를 빨리 진단하여 적절한 감압 조치를 시행
하지 않으면 Volkmann 씨 저혈성 구축이나 심하면 괴
사에까지 진전되며 수상지의 영구적인 비가역성 기능장
애와 변형을 초래할 수 있다. 임상적인 증상으로도 격
실 조직압의 증가를 진단할 수 있지만 직접적으로 격실
조직압을 측정함으로써 정확한 진단과 격실 조직압의 증

가의 정도를 알 수 있어 근막 절개술의 시행 여부 및 그 시기를 결정할 수 있는 중요한 기준으로 삼을 수 있다.

저자들은 1979년 3월 1일부터 1979년 8월 31일까지 한강성심병원 정형외과에 입원 가료한 27예의 경골 골절 환자에서 전경골 격실과 심부 후경골 격실의 조직압을 측정하여 수상후 시간에 따른 조직압의 변화를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구 대상

1979년 3월 1일부터 1979년 8월 31일까지 만 6개월간 한강성심병원에 입원 가료한 총 43예의 경골 골절 환자중 개방성 골절 10예를 제외한 33예의 폐쇄성 골절 환자에서 수상후 상승했던 조직압이 10mmHg 이하로 복귀할 때까지 측정할 수 있었고 그 임상 결과의 원적 조사가 가능했던 27예를 대상으로 하였다.

연구 방법

27예의 경골 골절 환자에서 전경골 격실 조직압과 심부 후경골 격실조직압을 needle manometer 측정법을 사용하여 수상후 24시간까지는 6시간, 12시간의 간격으로, 24시간 이후는 24시간 간격으로 상승했던 격실 조직압이 10mmHg 이하로 복귀할 때까지 조직압을 측정하여 시간별 조직압의 변화를 관찰하여 보았으며 또한 27예의 경골 골절을 도표(1)에서와 같이 4가지 방법으로 분류하여 각각 그때의 조직압의 변화를 비교하여 보았다(Table 1).

Table 1. Classification of the Tibia Fractures

1. With fibula fractures; 17
Without fibula fractures; 10
2. Displaced fractures; 10
Undisplaced fractures; 17
3. Upper 1/3; 5
Middle 1/3; 14
Lower 1/3; 8
4. Simple fractures; 16
Comminuted fractures; 11

성 질

27예의 시간별 평균 조직압의 변화는 Table 2, Figure 1에서 보는 바와 같이 수상후 6시간에서 24시간 사이에 급격히 증가하여 24시간에 전경골 격실 조직압이 28.0mmHg, 심부 후경골 격실 조직압이 28.4mmHg의 최고치를 나타내었고 48시간까지 비교적 같은수치가 유지되다가 48시간 이후 하강하여 수상 144시간 이후에 조직압이 10mmHg 이하로 되돌아 가는 것을 보여주고 있다.

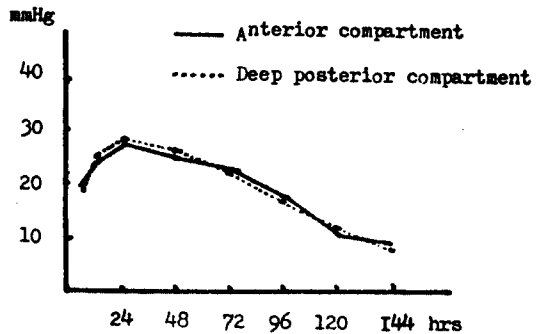


Fig. 1. Changes of mean tissue pressure of 27 cases.

비골 골절에 따른 격실 조직압의 변화는 Figure 2, 3에서 보는 바와 같이 비골 골절을 동반한 예에서 더 높은 평균치를 나타내었고 비골 골절을 동반하지 않은

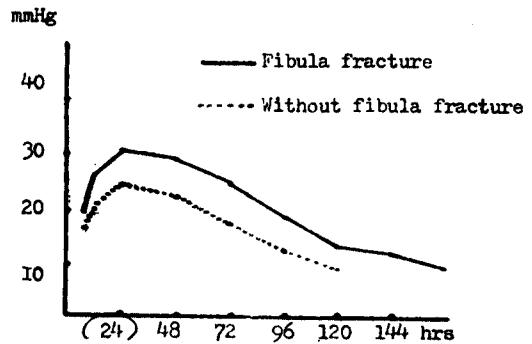


Fig. 2. Changes of anterior compartment pressure with and without fibula fracture.

Table 2. Total mean tissue pressure

hr. compartment	mmHg							
	6	12	24	48	72	96	120	144
Ant. compartment	19.3	24.2	28.0	27.1	23.5	17.2	11.9	10
Deep post. compartment	18.5	25.1	28.4	27.5	22.3	16.1	12.0	8.3

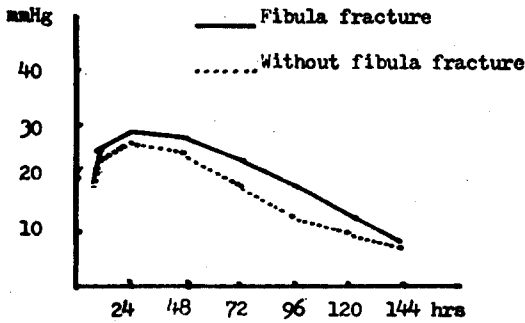


Fig. 3. Changes of deep posterior compartment pressure with and without fibula fracture.

에보다 수상후 24시간에 전경골 격실 조직압이 6mm Hg, 심부 후경골 격실 조직압에서 3mmHg의 더 높은 수치를 나타내었다.

골절의 전위 유무에 따른 조직압의 변화는 골절이 전위된 예에서 더 높은 수치를 나타내었고 수상후 24시간에 전경골 격실 조직압에서 7.5mmHg, 심부 후경골 격실 조직압에서 3.2mmHg의 차이를 나타내었다(Figure 4, 5).

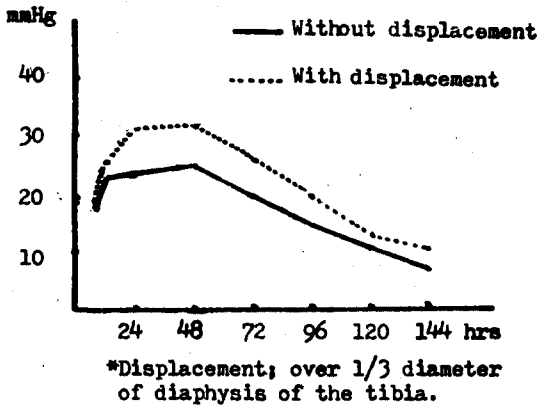
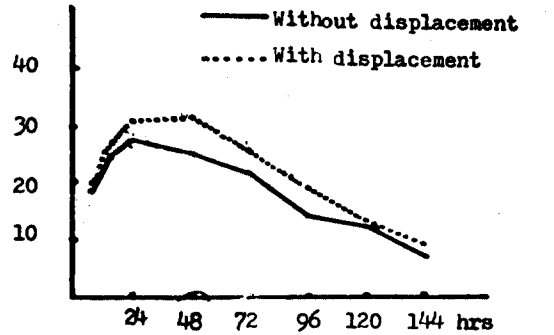


Fig. 4. Changes of anterior compartment pressure with and without displacement.

골절의 부위에 따른 조직압의 변화는 상 1/3의 경골 골절에서 가장 높은 수치를 나타내었고, 그 다음 중 1/3과 하 1/3의 경골 골절 순서로 나타났으며 상 1/3의 경골 골절과 하 1/3의 경골 골절의 조직압의 차는 수상후 24시간에 전경골 격실 조직압에서 3.4mmHg, 심부 후경골 격실 조직압에서 5.7mmHg였다(Figure 6, 7).

단순 골절 및 분쇄 골절 예에서의 조직압의 변화는 분쇄 골절 예에서 더 높은 조직압의 변화를 나타내었으며



*Displacement; over 1/3 diameter of diaphysis of the tibia.

Fig. 5. Changes of deep posterior compartment pressure with and without displacement.

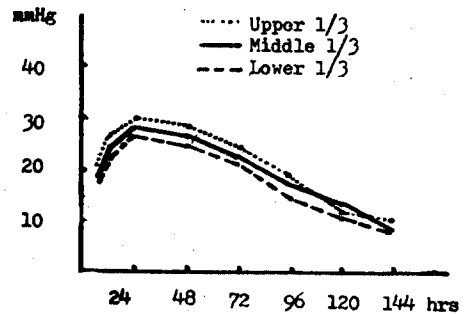


Fig. 6. Changes of anterior compartment pressure according to fracture site.

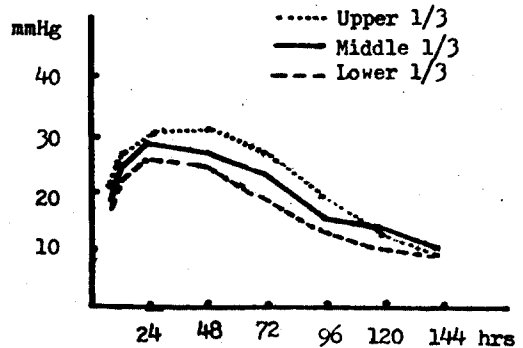


Fig. 7. Changes of deep posterior compartment pressure according to fracture site.

수상후 24시간에 전경골 격실 조직압에서 3.3mmHg, 심부 후경골 격실 조직압에서 3.2mmHg의 차이를 나타내었다(Figure 8, 9).

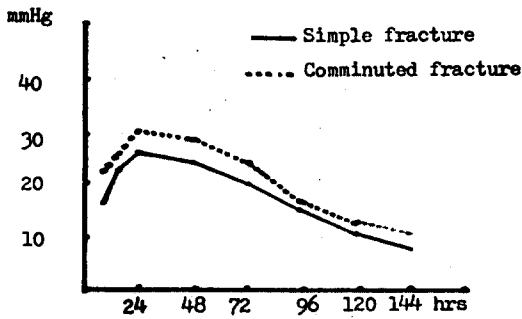


Fig. 8. Changes of anterior compartment pressure in simple and comminuted fracture.

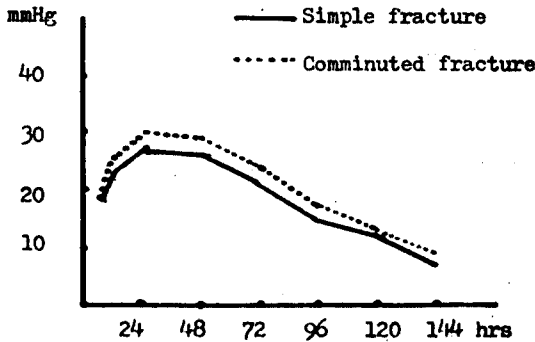


Fig. 9. Changes of deep posterior compartment pressure in simple and comminuted fracture.

고 안

compartmental syndrome은 1872년 Von Volkmann²⁹⁾이 소아의 상박골 골절후 closed compartmental syndrome의 후유증을 처음으로 기술한 이래 1943년 Vogt²⁸⁾가 전경골 격실 증후군(anterior tibial compartmental syndrome)을 발표하였다. 그후 1950년대 중반 Kelly는 심부 후경골 격실 증후군(deep posterior compartment syndrome)을 인지하였고 1967년 Kelly & Whitesides¹⁰⁾는 하퇴부의 모든 격실을 침범하는 격실 증후군을 발표하고 그때 상승된 조직압의 감압 조치로 근막 절개술을 사용하였다고 보고하였다. 격실 증후군은 Table 3에서 보는 바와 같이 지금까지 많은 상이한 병명으로 보고되어 왔다.

이들은 대개 stressful activity나 골절 및 과상등의 외상, 혈관계통의 손상으로 인한 저혈성 병변 이후 발생할 수 있는 것으로 최초의 원인이 무엇인든 간에 조

Table 3. Names Given To Some of the Condition in Which the Compartmental Syndrome Plays a Central Role.

1. Volkmann's ischemia^{1,7,19,27)}
2. Compartment syndrome^{2,20,21,30)}
3. Impending ischemic contracture²⁵⁾
4. Rhabdomyolysis¹²⁾
5. Crush syndrome²³⁾
6. Exercise ischemia¹¹⁾
7. Local ischemia¹⁴⁾
8. Traumatic tension ischemia in muscles⁹⁾
9. Acute ischemia infraction¹³⁾
10. Ischemic necrosis⁴⁾
11. Anterior tibial syndrome^{5,15,26)}
12. Peroneal nerve palsy²⁴⁾
13. Calf hypertension⁸⁾
14. Phlegmasia cerulea dolens⁶⁾

직압의 증가는 적실내 불충분한 조직내 관류로 근육이나 신경 조직의 산소 결핍과 과사를 초래하게 된다¹⁶⁾. 격실 증후군의 진단이 지연되면 적절한 수술적 치료가 늦어져 병리학적인 병변이 진행된 후면 수상자의 기능 소실이나 절단을 초래하게 된다. 임상적인 증상 즉 동통, 부종, 감각감퇴 및 소실, 침범된 근육군을 passive stretching할 때 나타나는 동통 또는 맥박 소실로 격실 증후군을 진단할 수 있다. 그러나 외상 특히 골절 환자에서 임상적인 증상과 소견만 갖고는 격실 증후군의 조기 진단이 어려울 뿐만 아니라 이러한 증상들의 경중으로 수술적 치료시기를 결정한다는 것은 매우 어렵다. 그러므로 사지 골절후에 격실 조직압의 직접적인 측정 방법은 격실 증후군을 조기 진단하고 근막 절개술의 응급 수술시기를 결정하는 중요한 근거가 된다. 조직압의 측정법으로는 Whitesides가 주로 사용한 needle manometer 측정법³⁾(Figure 10)과 Mubarak이 소개

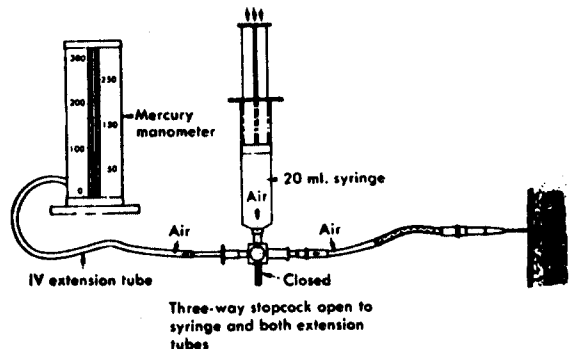


Fig. 10. Needle manometer method

한 wick catheter 측정법¹⁷⁾ 등이 있다. 조직압의 정상치를 Burton³⁾, Rorabeck²²⁾, Wiederhielm³²⁾ 는 0mmHg 라고 하였고 Mubarak¹⁸⁾ 는 0~8mmHg라고 발표하였다. 또한 근막 절개술을 시행하여야 할 한계 조직압을 Whitesides는 needle manometer로 측정한 조직압이 이완기 혈압과의 차이가 평균 20mmHg 이내일 때 또는 조직압의 절대 수치가 40~50mmHg이상일 때³¹⁾라고 하였다. 한편 Mubarak는 wick catheter를 사용하여 측정한 수치가 30mmHg 또는 그 이상일 때는 응급 수술이 반드시 필요하다고 하였다¹⁸⁾.

저자들이 측정한 27예에서 조직압이 최고치를 나타내었던 경우는 전경골 격실에서 수상후 24시간에 38mmHg, 심부 후경골 격실에서 39mmHg로서 Whitesides가 제시한 근막 절개술의 적응에는 해당되지 않아서 보존적 치료를 시행하여 10주 이상 원격 조사하였으나 Volkmann씨 저혈성 구축이나 운동 및 감각소실은 나타나지 않았다. 이외의 모든 예에서도 근막 절개술을 시행하지 않고 보존적 치료를 하였으나 후유증은 없었다.

결 론

저자는 1979년 3월 1일부터 1979년 8월 31일까지 한강성심병원 정형외과에 입원 가료한 27예의 경골골절 환자에서 전경골 격실과 심부 후경골 격실의 조직압을 needle manometer 측정법으로 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간별 평균 최고치가 가장 높았던 경우는 전경골 격실에서 수상후 24시간에 28mmHg, 심부 후경골 격실에서 수상후 24시간에 28.4mmHg이었다.

2. 격실 조직압이 가장 높았던 예는 전경골 격실에서 수상후 24시간에 38mmHg, 심부 후경골 격실에서 수상후 48시간에 39mmHg이었다.

3. 수상후 상승했던 격실 조직압이 10mmHg 이하로 복귀하는 데는 전경골 격실에서 122.6시간, 심부 후경골 격실에서 124.4시간 소요되었다.

4. 비골 골절을 동반한 예에서 동반하지 않은 예보다 더 높은 조직압의 변화를 나타내었다.

5. 골절이 전위된 예에서 전위되지 않은 예보다 더 높은 조직압의 변화를 나타내었다.

6. 골절의 부위에 따른 조직압의 변화는 상 1/3, 중 1/3, 하 1/3의 경골 골절 순으로 나타났다.

7. 단순 골절 및 분쇄 골절에서의 조직압의 변화는 분쇄 골절에서 더 높은 조직압의 변화를 나타내었다.

REFERENCES

1. Benjamin, A. : *The relief of traumatic arterial spasm in threatened Volkmann's ischemic contracture*, *J. Bone Joint Surg.* 39-B:711, 1957.
2. Bradley E.L. : *The anterior tibial compartment syndrome*, *Surg. Gynecol. Obst.* 136:289, 1973.
3. Burton, A.C. : *On the physical equilibrium of small blood vessels*, *Am. J. Physiol.* 164:319, 1951.
4. Caldwell, R.K. : *Ischemic necrosis of the anterior tibial muscle; case report with autopsy findings and review of Literature*, *Ann Intern. Med* 46:1191, 1957.
5. Carter, A.B., Richards, R.L. and Zachary, R.B. : *The anterior tibial syndrome*, *Lancet* 2:928, 1949.
6. Cywes, S and Loaw, J.H. : *Phlegmasia Cerulea dolens: Successful treatment by relieving fasciotomy*, *Surg.* 51:69, 1962.
7. Eaton, R.G. and Green, W.T. : *Epimysiotomy and fasciotomy in the treatment of Volkmann's ischemic Contracture*, *Orthop. Clin. North Am.* 3:175, 1972.
8. Gaspard, D.J., Cohen, J.L. and Gaspar, M.R. : *Decompression dermatomy, a limb salvage adjunct*, *JAMA* 220:831, 1972.
9. Holden, C.E.A. : *Traumatic tension ischemia in muscles*, *Injury* 5:223, 1973.
10. Kelly, R.P., and Witesides, T.E. Jr. : *Transfibular route for fasciotomy of the leg. In priceedings of the american association of Orthopaedic Surgeons*, *J. Bone Joint Surg.* 49-A:1022, 1967.
11. Kirby, N.G. : *Exercise ischemia in the fascial compartment of the soleus*, *J. Bone Joint Surg.* 52-B:738, 1970.
12. Klock, J.C. and Sexton, M.J. : *Rhabdomyolysis and acute myogloburic renal failure following heroin use*, *Calit. Med.* 119:5, 1973.
13. Lowernberg, E.L. : *Acute ischemic infarction of the gastrocnemius muscle stimulating deep vein Phlebitis*, *J. Cardiovasc Surg.* 9:104, 1965.
14. McQuillan, W.M. and Nolan, B. : *Ischemia Complicating injury*, *J. Bone Joint Surg.* 50-B:482, 1968.
15. Manson, J.W. : *Post-partum eclampsia complicated by the anterior tibial syndrome*, *Br, Med, J.* 2:1117, 1964.
16. Matsen, F.A. : *Compartment syndrome on unified*

- concept, *Clin. Orthop.*, 113:8-12, 1975.
17. Mubarak, S.J., Hargens, A.R., Owen, C.A., Garetto, L.P., and Akeson, W.H. : *The wick Catheter technique for measurement of intramuscular pressure, a new research and clinical tool*, *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 1016-1020 Oct, 1976.
 18. Mubarak, S.J., Owen, C.A., Hargens, A.R., Garetto, L.P. and Akeson, W.H.: *Acute compartment syndrome: Diagnosis and Treatment with the Aid of the wick Catheter*. *Bone and Joint Surg.*, 60-A:1091-1095, Dec. 1978.
 19. Parkes, A.R. : *Traumatic ischemia of Peripheral nerves with some observations on Volkmann's ischemic contracture*, *Br. J. Surg.* 32:403, 1944.
 20. Reneman, R.S. : *The anterior and the lateral compartment syndrome of the leg*, *The Hauge, Mouton*, 1968.
 21. Reszel, P.A., Janes, J.M. and Spittell, J.A. : *Ischemic necrosis of the Peroneal musculature. A lateral Compartment syndrome, report of a case*, *Mayo Clin. Proc.* 38:130, 1963.
 22. Rorabeck, C.H., Macnab, I. and Waddell, J.P. : *Anterior tibial compartment syndrome: A clinical and experimental review*, *Canada, J. Surg.* 15:249, 1972.
 23. Schreiber, S.N., Liebowitz, M.R. and Berstein, L.H. : *Limb Compression and renal impairment (Crush Syndrome) following narcotic overdose*, *J. Bone Joint Surg.* 54-A:1983, 1972.
 24. Schrock, R.D. : *Peroneal nerve palsy following derotation osteotomies — for tibial torsion*, *Clin. Orthop.* 62:172, 1969.
 25. Spinner, M., Mache, A., Silver, L. and Barsky, A.J. : *Impending ischemic contracture of the hand*, *Plast. Reconstruct. Surg.* 50:341, 1972.
 26. Sweeney, H.E. and O'Brien, G.F. : *Bilateral anterior tibial syndrome in association with the nephrotic syndrome, report of a case*, *Arch. Intern. Med.* 116: 487, 1965.
 27. Thompson, S. and Mahoney, L. : *Volkmann's ischemic contracture and its relationship to fracture of the femur*. *J. Bone Joint Surg.* 33-B:336, 1951.
 28. Vogt. Quoted by Horn, C.E. : *Acute ischemia of the anterior tibial muscle and long extensor muscles of the toes*, *J. Bone Joint Surg.* 27:615, 1945.
 29. Von Volkman, R. : *Verletzungen und Krankheiten der Bewegungsorgane, handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie*, 1872.
 30. Weitz, E.M. and Carson, G. : *The anterior tibial compartment Syndrome in a twenty month old infant: a Complication of the use of a bow leg brace*, *Bull. Hosp. Joint Dis* 30:16, 1969.
 31. Whiteside, T.E., Haney, T.C., Motimoto, Kazuo, and Harda, Hiroshi : *Tissue pressure measurement as a determinant for the need of Fasciotomy*, *Clinical Orthop.*, 113:43-51, 1975.
 32. Wiederhielm, C.A. and Weston, B.B. : *Microvascular, lymphatic and tissue pressure in the unanesthetized mammal*, *American J. Physiol.*, 225:4:992, 1973.