

임프란트주위골의 밀도가 임프란트의 Removal torque에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 보철과
부교수 조 성 암

I. 서 론

Osseointegration 이란 스웨덴의 Branemark 가 광학 현미경상에서 살아있는 골에 임프란트의 직접 접촉된 상태 또는 결합조직의 개재없이 임프란트와 골조직이 접촉하여 외부의 하중을 골조직내로 직접 전달할 수 있는 구조적, 기능적 결합이라고 정의하고 있다¹⁾

Albreksson 등^{2,3,4)}에 의하면 Osseointegration을 이루기 위한 요소들로는 재료의 생체적합성⁵⁻⁹⁾, 디자인 및 정확도⁴⁾, 임프란트가 매식될 조직¹⁰⁾의 상태, 외과적 술식^{11,12,13)}, 그리고 임프란트에 대한 하중^{14,15,16)} 등으로 보고되고 있다.

Thomson 등에 의하면 rabbit의 피질골과 해면골에 매식한 티타늄 임프란트의 실험에서 removal torque는 치밀골의 양과 관련이 있으므로, 골의 밀도는 임프란트의 removal torque와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 알려지고 있고¹⁷⁾, Johansson 등에 의하면 removal torque는 나사형 임프란트의 골과의 결합력 측정에서 많이 쓰여지고 있다^{18,19)}. Ueda 등²⁰⁾은 적절한 골유착을 이루기 위해서는 초기고정이 가장 중요한 요소들 중의 하나라고 주장하고, hard tightening이 반드시 매식체의 고정을 증가시키지는 않는다고 보고하였다. 그 이유는 overtightening이 bone thread의 미세 파절을 야기시켜 이러한 외상은 섬유성 연조직의 개재를 야기시킨다고 했다.

그리하여 현금의 Osseointegration의 의미는 골과 임프란트의 접촉이란 개념에서 발전하여 임프란트의 주위골의 밀도라는 면에 관심이 집중되고 있는 실정에서 저자는 membrane이, overtightening이 일어난 매식체의 removal torque에 어떠한 영향을 미치는지를 평가하고, 이런 평가를 Intraoral X-ray image상에서 판단된 치밀골의 접촉길이에 따른 치밀골 밀도와의 상관관계를 알아보아 통상적으로 사용되는 치과구내용 표준필름이 removal Torque을 예견할수있는 지표가 될수 있는 지를 알아보는데 있다.

II. 재료 및 방법

가. 실험동물 및 마취

평균체중이 2.5kg인 20 마리의 균종 가토를 실험동물로 사용하였으며 수술동안 전신 마취제로 Xylazine(Rompun, 바이엘 주식회사, 한국, 5mg/kg) 과 Ketamine(Ketara, 유한양행, 한국, 35mg/kg)을 병행하여 근육 주사를 시행하였다. 수술부위보다 넓게 털을 깎은 후 경골 골간단(tibial metaphyses)에 2% Lidocaine(광명약품, 한국) 1ml로 국소마취 시켰다. 수술전 표피를 iodine과 70% alcohol을 섞어 주의깊게 씻어냈다.

나. 실험재료 및 방법

임프란트는 commercially pure titanium으로 선반 가공된 티타늄 임프란트 매식체를 사용하였다. 임프란트의 바깥 지름은 3.75mm이며 총 길이는 10mm였다. 이 임프란트를 butanol과 ethanol에서 초음파 세척하고 매식전에 autoclave로 멸균하였다. 수술은 무균상태에서 매식하였으며 예방적 항생제는 투여하지 않았다. 골질이 양호하고 시야가 좋은 Tuberosita tibial level의 전내측에 위치한 경골 골간단의 표피와 근막을 각 층으로 절개하고 골막을 박리한 후 각 가토의 한쪽의 경골 골간단에는 대조군으로서 통상적인 방법으로 20개의 임프란트를 매식하였으며, 다른 쪽은 매식체를 bone thread가 파괴될 때까지 overtightening한 실험 I군과 overtightening한 후 Millipore memboane (Millipore Co., Bedford, MA01730, Filter type: GS, poresize:0.22um)을 사용한 실험 II군으로 나누어 각각 10개씩 매식하였다. 골질이 약한 관계로 countersink drill은 사용하지 않았다. Branemark implant kit (Nobelpharma)를 사용하여 간헐적인 drilling과 충분한 saline irrigation을 동반한 low rotary drill speed (2000

rpm이하)로 gentle surgical technique을 시행해서 매식하였다. 임프란트를 식립한 후 실험 II군에서는 Millipore memboane을 fixture를 완전히 피개할 수 있도록 지름 1cm정도로 둥글게 잘라 cover screw로 고정하여 견고히 위치시켰다. 그런 후 4-0 흡수성 봉합사로 골막을 봉합한 후 표피를 봉합하였다. layering suture를 시행한 뒤 수술 후 antibiotics (Baytril, 바이엘 화학주식회사, 한국, 0.2mg/kg)와 analgesics(Nobin, 바이엘화학주식회사, 한국, 1mg/kg) 및 대사촉진제 (Catosal, 바이엘 화학주식회사, 한국, 1mg/kg)를 근육주사 하였다. 수술부위를 보호하고 주위에 대한 감염방지를 위해 압박붕대를 사용하였다.

1개월 후 Millipore를 사용한 군을 위의 방법으로 절개한 후 Membrane을 제거하고 다시 봉합하였다.

다. 임프란트와 치밀골의 접촉길이 및 Torque 측정

약 3개월이 지난 후 임프란트가 매식된 양태를 확인하기 위해 먼저 방사선 촬영을 시행하였다. 임프란트 나사선이 잘 보이고 involve 된 양쪽 피질골의 양을 평가하기위해 임프란트의 장축에 직각이 되게 촬영하였다.나사선의 방사선상이 선으로 나타난것만을 대상으로 하였다.

절개 후 매식부위를 깨끗이 노출시키고 cover screw를 제거하였다. Removal Torque를 측정하기 위해 Torque를 직접 읽을 수있는 Tohnichi 15 BTG-N Torque gauge manometer (Tonichi Mfg. Co, Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하였으며 매식체와 torquemeter를 연결하기 위해 특별히 제작된 connector을 사용하였다. 실험 결과는 매식체와 골사이의 파절이 일어나는 최대 Removal Torque를 측정하여 기록한 후 구강내 표준방사선 film을 이용하여 (70KVP 0.35Sec Heliodent Co.) 임프란트의 장축에 직

각이 되는 방향으로 촬영을 하였다. 그 후 통계 처리하여 대조군과 각 실험군간의 차이를 비교 평가하였다.

Torque 측정시에 Connector 목이 파절된 토끼는 제외하였고, 측정시점 이전에 사망한 토끼는 측정에서 제외하였다.

Ⅲ. 결 과

Table 1. Overtightening만 시킨 경우의 치밀골 접촉 길이당 Removal Torque

실험동물	Removal Torque / 치밀골접촉길이	
	대조군 I	실험군 I
1	12.00	13.33
2	11.82	9.53
4	15.77	8.93
6	15.74	9.11
평균	13.83	10.23
표준편차	2.22	2.09

* 치밀골접촉: X-ray 상 상대적 접촉
 **통계적으로 유의한 차이는 없음; p=0.1441
 Wilcoxon' s signed rank test.
 # 실험군 I 은 overtightening만 시켰음

Table 2. Membrane을 사용한 경우의 단위치밀골 접촉길이당 Removal Torque

실험동물	Removal Torque / 치밀골접촉길이	
	대조군 II	실험군 II
7	10.43	10.79
8	12.46	9.90
9	12.77	9.87
10	10.00	7.02
11	12.58	12.00
12	8.33	5.83
13	7.25	6.16
14	7.76	6.18
15	7.00	8.33
평균	9.84	8.54
표준편차	2.37	2.44

* 치밀골 접촉: X-ray상 상대적 접촉
 **통계적으로 유의한 차이(P=0.066)는 없다.
 Wilcoxon' s signed rank test.
 # 실험군 II는 overtightening후 membrane 사용

Table 3. Removal Torque/cortical contact of Control Group

치밀골접촉	R. Torque	R. Torque/치밀골접촉
4.5	54	12 .
4.4	52	11.82
5.2	82	15.77
5.8	92	15.74
8.1	85	10.43
5.9	73	12.46
5.9	76	12.77
8.3	83	10 .
9.1	114	12.58
10.0	83	8.31
13.5	98	7.25
11.6	90	7.76
13	91	7 .

overtightening도, membrane도 사용하지 않은 경우

Table 4. SAS CORRELATION ANALYSIS of Control Group

VARIABLE	N	MEAN	STD DEV	SUM
REMOVAL TORQUE :	13	83.15	17.18	1081
CORTICAL B.CONTACT	13	8.98	2.48	116.8

PEARSSON CORELATION COEFFICIENTS; 0.87189

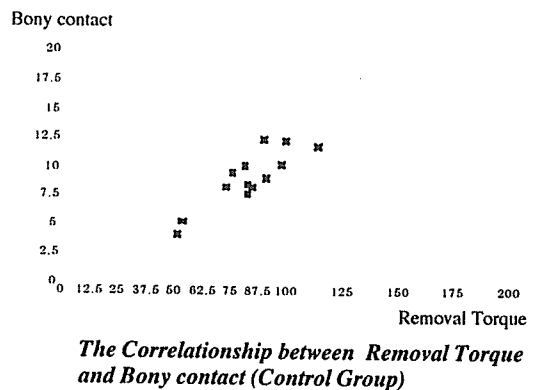


Fig 1. The Correlation between Removal Torque and Bony Contact (Control Group)

Table 5. Removal Torque/Cortical Bony Contact of Overtightened Group

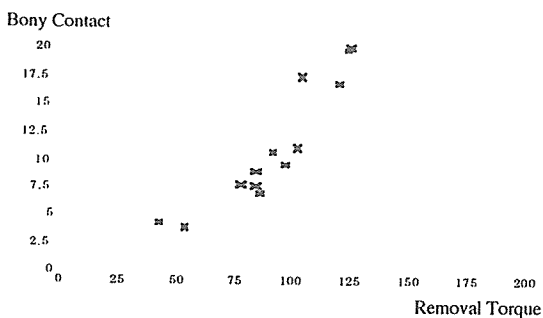
치밀골접촉	R. Torque	R. Torque/치밀골접촉
3.9	52	13.33
4.3	41	9.53
11.2	100	8.93
9	82	9.11
7.6	82	10.79
9.6	95	9.9
7.7	76	9.87
16.8	118	7.02
7	84	12
17.5	102	5.83
19.8	122	6.16
19.9	123	6.18
10.8	90	8.33

overtightening시킨 그룹

Table 6. SAS CORRELATION ANALYSIS of Overtightened Group

VARIABLE	N	MEAN	STD DEV	SUM
REMOVAL TORQUE ;	13	89.76	24.78	1167
CORTICAL B.CONTACT	13	11.14	5.55	144.88

PEARSSON CORRELATION COEFFICIENTS; 0.919



The Correlation between Removal Torque and Bony contact (Overtightened Group).

Fig 2 The Correlation ship Between Removal Torque and Bony Contact(Overtightened Group).

III. 고 찰

본실험에서 매식기간을 평균 3개월로 하였는데, 이는 1987년 johansson¹⁵⁾등의 실험에서 rabbit 경골에서 임프란트를 매식한 후 3주에서 1년사이에 치유기간을 준뒤 각각의 기간에 따른 removal torque를 측정하 결과 시간에 따른 torque의 증가를 보였으며, 이실험에서는 3개월에서 유의성 있는 증가를 보였으며 조직학적 검사 결과 이는 임프란트 매식시의 미분화 세포가 골형성 유도(Oseogenic induction)에 필요한 기간과 일치한다고 보고하였다.

본실험의 overtightening한 실험1군에서도 3개월 정도면 충분한 치유기간이라 생각되며 더 이상의 기간이 지나도 대조군과 거의 차이가 없을 것이라 사료된다.

1989년 Dahlin²⁸⁾, Nyman²³⁾등은 Gore-Tex의 응용에 대하여 보고하였다.

본실험의 Millipore membrane을 사용한 실험II군에서 육안및 방사선 소견상 임프란트 상부로의 골이 성장한 것을 볼수 있었다.

Membrane으로 유도된 골이 실제 임상에서 사용될 수 있다는 근거의 하나가 될수 있으리라 본다.

임프란트와 골조직 계면은 섬유성 조직의 개재없이 직접 골유착이 된 상태와, 섬유성 결합조직이 존재하는 상태, 상피조직이 개재하는 세가지 상태로 나눌 수 있는데, 현재는 Brene-mark등이 쥐아하는 티타늄이 골속에서 연조직의 개입없이 직접 결합한다는 골유착의 개념이 지배적이다.³⁹⁾

이런 골과 접착을 확인하는 방법으로는 조직학적인 검사, 전단강도 측정, 그리고 임프란트를 제거하는데 필요한 힘을 측정하는 방법등이 있으며, 본 실험에서는 torque gauge를 사용한 removal torque를 이용하였고 임상적인 응용의 일환으로 구내표준필름을 사용하였다.

removal torque에 영향을 미치는 요소는 임플란트 표면 구조, 임플란트 geometric variation, interface tissue structure, 주위골의 양과 질 등이 있다. removal torque 를 이용한 많은 실험들에서 위에서 언급한 여러가지 요소들이 복합적으로 영향을 미친다고 보고하고 있다.^{16,17)}

적절한 골유착을 이루기위한 가장 중요한 요소들중의 하나로 초기고정을 들수 있다.아직까지 임상에서 임플란트를 고정하기 위한 적절한 torque는 골질이나 골양에 따라 다르기 때문에 확실히 정해져 있지 않는 상태다.

하지만 초기 고정시 overtightening이 일어났을 경우 매식체 주위의 bone thread의 미세 파절을 일으켜 결국 외상으로 작용하여 골유착 대신 연조직의 개재가 일어날 수 있다는 보고²⁰⁾ 가 있다.

이런 overtightening이 일어났을때 현재 임상에서는 더 큰 지름의 임플란트를 매식하는 방법등이 쓰이고 있으나, 본 실험에서는 첫째 overtightening을 그대로 두어도 그것이 미세한 파절이라면 osseointegration이 일어나는지 하는 의문과 둘째,아울러 overtightening시 임플란트와 피질골 사이의 계면에서 일어날 수 있는 긴밀한 접촉의 상실에 따른 상부결합조직의 침투를 membrane을 사용하여 방지하여 이것이 osseointegration의 회복에 도움을 주는지를 의문으로 하였다.

Carlsson등¹⁶⁾은 골과 임플란트 사이의 공간이 임플란트 상에 직접적인 피질골의 침착을 방해한다고 주장하며 임플란트와 주위골과의 적합성을 강조하였는 바 overtightening한 실험 군이 통상적으로 매식한 대조군에 비해 평균값은 떨어지나 유의성있는 차이는 보이지 않고 있어(Table 1). 이는 bone thread는 부러졌으나 임플란트 나사와 골사이의 미세파절부위에 healing이 일어난 것으로 사료되며, Carlsson이 주장한 바 처럼 gap이 적을수록 골의

침착이 쉽다는 주장과 맥을 같이하는 것으로 생각한다.

임플란트 상부로 자라나온 골질이 원래의 피질과는 성질이 다른 미성숙 형태로 추정되나, membrane을 사용한 실험군에서 통계학적 유의성이 있는 증가(Table 2)를 보였으므로 토끼에 있어 Membrane으로 생성된 골이 3개월지 난 경우 통상적인 임플란트 주위골과 그질이 열등하지 않은 것으로 사료되나, 앞으로 더욱이 분야의 연구가 필요하다.

Karl-Gustav Strid는 implant와 bone 의 계면에서의 골접촉면에서의 밀도에 관한 자료를 얻기위하여 density profile 을 측정한 바 있다.

이실험은 임플란트제거력과 Cortical bony contact간에 overtightening 시키지 않은 대조군은 0.87과 overtightening 시킨 시실험군은 0.91로 실험조건에 관계없이 두군모두 높은 상관관계를 나타내고 있다. (Table 3,4 ,Fig 1, Table 5,6, Fig 2)

더우기 marrow bone내에서의 접촉은 일체 무시하고 측정대상으로 삼지않고 단지 Tibia골내의 Cortical layer에서의 접촉만을 측정대상으로하여 접촉길이를 측정하였음에도 불구하고 높은 상관관계를 나타내었다.

이것은 임상적으로 많이 사용되고 있는 치과용표준필름에 의한 골접촉의 양을 측정하므로서 Removal Torque를 예견 할 수 있음을 의미한다.

그러므로 통상적으로 사용되는 치과구내용 표준필름은 removal Torque을 예견 할수 있는 훌륭한 지표가 될 수 있다고 사료된다.

한편 membrane 을 사용하였을 경우의 removal torque 의 값은 대조군에 비하여 높은 반면 단위치밀골접촉길이당 removal torque의 값은 대조군보다 적다는 것은 membrane 에 의하여 생성된 골이 미성숙하다는 것을 나타낸다고 사료된다.

즉 이는 접촉길이는 길지만 torque가 적음을 의미하기 때문이다.

이는 Sennerby의 결과 와도 일치한다.¹⁷⁾,

IV. 결 론

가토의 경골에 통상적으로 매식한 경우와 overtightening한 경우, overtightening이 일어난 매식체에 Millipore membrane을 사용했을 경우의 세그룹을 단위치밀골접촉길이당 removal torque을 측정하여 다음의 결과를 얻었다.

1. Overtightening한 경우 골의 단위 치밀골 길이당 Removal torque는 overtightening 시키지 아니한 통상적인 방법으로 식립한 Fixture에 비해 유의성 있는 차이를 보이지 아니하였다.(p=0.1441).
2. Overtightening 시킨후 Membrane으로 처리한 실험군의 골의 단위치밀골길이당 removal torque값은 통상적인 방법에 의하여 식립한 Fixture에 비해 유의성 있는 차이를 보이지 아니 하였다. (p=0.066)
3. 임프란트제거력과 Cortical bony contact간의 상관 계수가 overtightening 시키지않은 대조군은 0.87, overtightening 시킨 실험군은 0.91로 실험조건에 관계없이 두군모두 높은 상관관계를 나타내고 있다.

REFERENCE

1. Brenemark, P.I., Osseointegration and its experimental background, J. Prosthe. Dent., 50:399-410, 1983.
2. Albrektsson, T., Brenemark, P.I., Hansson, H-A and Lindstr m, J., Osseointegrated titanium implants. Requirement for ensuring a long lasting direct bone anchorage in man., Acta. Orthop. Scand., 52:155-170, 1981.

3. Leckholm, U. : Clinical procedures for treatment with Osseointegrated dental implants, J. Prosthet. Dent., 50:116-120, 1983.
4. Zarb, G.A. and symington, J.M. : Osseointegrated dental implants: Preliminary reports on a replication study, J. Prosthet. Dent., 50:271-276, 1983.
5. Uthoff, K. : Mechanical factors influencing the holding power of screws in compact bone, J. Bone Joint Surg., 55B:633-639, 1973.
6. Eriksson, AR., Albrektsson, T. and Albrektsson, B. : Heat caused by drilling cortical bone, Acta. Orthop. Scand., 55:629-631, 1973.
7. Akagawa, Y., Hashimoto, M., Kondo, N., Yamasaki, A. and Tsuru, H. : Tissue reaction to implanted Biomaterials, J. Prosthet. Dent., 53, No.5:681-686, 1985.
8. Linder, L., Albrektsson, T., Brenemark, P-I., Hansson, A., Ivarsson, B., et al : Electron microscopic analysis of the bone-titanium interface, Acta. Orthop. Scand., 54:45. 1983.
9. Brenemark, P-I., Breine, U., Lindstr m, J., Adell, R., Hansson, B-O., and Ohalsson, . : Intraosseous anchorage of dental prostheses I. Experimental studies, Scand. J. Plast. Reconstr. surg., 3:81-93, 1969.
10. Gourley, I.M. : Titanium endosteal dental implants in the mandibles of beagle dog. : A two-year study, J. Prosthet. Dent., 36:550. 1976.
11. Albrektsson, T., Albrektsson, B., : Osseointegrated dental implants. A review of an alternative mode of fixation., Acta. Orthop. Scand., 1987:58:567-77
12. Carlsson, L., Rostuld, T., Albrektsson, B., Albrektsson, T., Brenemark, P-I., : Osseointegrated titanium implants, Acta. Orthop. Scand., 57,285-289, 1986.
13. Schatzker, J., Horn, J.G., and Sumner-Smith, G.: The holding power of orthopedic screws in vivo. Clin. Orthop. 1975:108:115-126.
14. Vangsness, C.T., Carter, D.R., Frankel V. H. : In vitro evaluation of loosening characteristics of self-tapped and non-self tapped cortical bone screws.

-
- Clin. Orthop. :1981;157:279-286.
15. Johansson, C., Albrektsson, T., : Integration of screw implants in the rabbit: A 1-year follow up removal torque of titanium implants, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 1987;2:69-75.
 16. Carlsson, L., : Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 3:21. 1988.
 17. Sennerby, L., Thomsen, P., and Ericson, L., : A morphometric and biomechanical comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1992;7:62-71
 18. Johansson CB. Albrektsson T, A removal torque and histomorphometric study of commercially pure niobium and titanium implants in rabbit bone. *Clic Oral Impl Res* 12991;2:24-29.
 19. Johansson CB. Sennerby L., Albrektsson, T., A removal torque and histomorphometric study of bone tissue reaction to commercially pure titanium and vitallium implant. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1991;6:437-441.
 20. Ueda M, Matsuki M, Jacobsson M, Tjellstr M. A.: The relationship between insertion torque and removal torque analyzed in fresh temporal bone. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1991; 6:442-447.
 21. Morberg, P., Albrektsson, T., : Removal torque or bone cement and titanium screws implanted in rabbits. *Acta. Orthop. Scand.*, 62:554-556
 22. Albrektsson, T., Sennerby L., : Direct bone anchorage of oral implants: Clinical and experimental consideration of the concept of osseointegration. *J. Prosthet. Dent.*, 1990;3:30-41.
 23. Nyman S. and buster D. : Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: A report of two cases. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 5:9-14, 1990.
 24. Becker W., Becker B.E., Handlesman M., Celletti r., Ochsenbein C., Hardwick R. and Longer B.: Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: A pilot study in dogs. *Int. J. Periodont. rest. Dent.* 1990;10:93-101.
 25. Becker W., Becker B.E., Handlesman M., Ochsenbein C. and Albrektsson, T.: Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets: A study in dogs. *J periodontol* 1991;62:703-709.
 26. Lazzara R. : Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int. J. Periodont. rest. Dent.* 1989;9:333-343.
 27. Dahlin C., Gottlow J., Lindhe A. and Nyman S.: Healing of maxillary and mandibular bone defects using a membrane technique. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 24: 13-19, 1990
 28. Dahlin C. and Sennerby L. : Bone augmentation at osseointegrated implants induced by a membrane technique. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* 1991;3:935-943.
 29. Becker W., Becker B.E., Prichard J.F., Caffesse R., Rosenberg E. and Gian-Grasso J.: Root isolation for new attachment procedures A surgical and suturing method : Three case reports. *J Periodontol* 1987; 58: 819-826

-ABSTRACT-

Sung-Am Cho D.D.S., Ph.D.

Associate Professor

Department of Prothodontics, School of Dentistry, Kyung Book National University

The control group, using the standard routine Branemark implant surgical method, was compared with the experimental 1 group, the fixture was put and then overtightened them, also compare with the experimental 2 group, the fixture was put and overtightened, and covered the fixture head by Milipore Membrane.

The removal torque was measured by Tohnichi Torque gauge manometer.

The contact of cortical layer with the screw of fixture was measured using the standard intraoral radiogram and after that the some correlation ship between cortical bony contact with implant and the removal torque was found.

1. There are no statically significant difference between the removal torque per cortical layer width of the overtightened Fixture and that of noram standard installation method. $p=0.1441$
2. There are no statically significant difference between the removal torque per cortical layer width of the overtightened Fixture and that of the group, which was covered by the Milipore membrane. $p=0.066$
3. The PEARSSON CORELATION COEFFICIENTS between Cortical bony contact and removal torque are as follows;

Overtightened experimental group ; 0.91,

Nonovertightened control group ; 0.87