

연골결손에 대한 자가 골연골 이식술과 자가 연골 세포 이식술

울지외과대학 노원외지병원 정형외과학교실

최 남 흥

서 론

젊은 연령의 환자에서 슬관절의 연골 결손은 임상적으로 치료에 어려움이 많다. 초자연골은 혈액 공급이 없고, 재생력이 없어 내제된 자연 치유의 능력이 없다. 연골 결손을 치료하는 목적은 결손된 초자연골을 수복하고, 체중을 부하하는 연골을 재확립하는 것이다. 연골 결손은 수술 하기 전에 정확한 진단을 하기가 어려운 경우가 많다¹⁾. 슬관절의 연골 결손에 대한 기존의 치료 방법으로는 소파관절 성형술, 연골하 천공술, 미세 천공술등이 시행되었다. 이들은 모두 연골하층을 침범하는 방법으로 연골이 결손되어 노출된 골에 출혈을 유발시켜 섬유연골 반흔 조직으로 덮히게 하였다²⁾.

소파관절 성형술은 Lanny Johnson에 의해 처음 시행되었고³⁾, 결손된 연골 부위를 안정된 변연부까지 변연 절제술을 시행하면서 노출된 연골하층을 표재성으로 바리 하는 것이다. 소파관절 성형술은 출혈을 유발시켜 연골이 소실된 부분에 섬유성 연골로 덮히게 한다는 이론적 배경이 있다. 그러나 수술의 효과가 확실하지 않고, 결과가 예측하기 어렵다. 최근 한 논문에서는 퇴행성 관절염의 환자에서 소파관절 성형술을 시행한 환자의 50% 에서 수술 후 평균 3년에 인공관절 치환술이 시행됐다고 보고하였다⁴⁾. 다른 저자들은 관절경적 변연 절제술만 시행한 환자군과 관절경적 변연 절제술 및 관절소파 성형술을 같이 시행한 환자군을 서로 비교했을 때 관절경적 변연 절제술만 시행한 군에서 결과가 더 우수했다고 보고하였다⁵⁾. 이에 비해 다른 저자들은 관절소파 성형술이 결과가 좋다고 발표하였다⁶⁾. 관절소파 성형술을 시행한 여러 논문들을 볼 때 환자의 나이, 활동 정도, 하지의 정렬, 관절염의 정도, 섬유성 연골의 내구력의 여러 요소들이 비교되지 않았고, 장기 추시 관찰된 바가 없어 이 방법의 효과에 대해 정확히 알 수가 없다⁷⁾.

연골하 천공술의 생물학적 개념은 관절소파 성형술과 유사하다. 연골하 층을 통과하는 다발성 천공을 해서, 혈관 공급을 초래하여 결국에는 연골이 결손된 부분에 섬유성 연골을 덮히게 하자는 것이다⁸⁾. 지금까지 슬관절의 연골 결

손에 대한 연골하 천공술에 대한 기초 연구를 고찰해보면 몇가지 결론에 도달할 수 있다⁹⁾. 첫째, 복원되는 조직이 초차 연골이 아니다. 둘째, 치유되는 정도는 결손된 부위의 크기와 위치에 따라 변화한다. 셋째, 복원된 조직이 변성될 수 있다. 넷째, 복원된 조직은 주변 연골의 연골세포에서 기인되지 않고, 골수내의 간엽 세포에서 기인된다. 이 방법 역시 장기 추시된 논문이 없고, 결과에 영향을 주는 많은 요소들이 잘 조절된 논문이 없다^{7,20)}.

미세 천공술은 작은 금속으로 구멍을 만드는 부분을 제외하고는 연골하층의 구조는 그대로 놔두는 방법이다. 이 방법 역시 제한적으로 시행되어 있고, 이 방법으로 만들어진 조직은 섬유성 연골이라고 알려져 있다²¹⁾. Rodrigo등은²²⁾ 미세 천공술 후 이차 관절경을 시행하여 결과를 보고 하였는데, 연골이 결손된 부분이 좋아졌고, 상당한 치유 반응을 보였다고 했으나, 조직학적 발표가 없고, 단기로 추시된 연구였다.

이들 방법들의 결과는 결손된 연골이 대부분 섬유연골로 덮힌다고 알려져 있고, 섬유연골은 초자연골 과 생물리학적 성상이 다르기 때문에 장기간 환자를 추적 하였을 때 수술 후 결과가 초기 추적시기 보다 감소되는 것을 관찰할 수 있다^{17,23)}.

최근 10년 전 부터 시행되고 있는 치료법은 자가 골연골 이식술, 연골막 이식술, 자가 연골세포 이식술 등이 있다. 이들 중 연골막 이식술은 아직 많은 경우가 시행되지 않았고, 장기적 추적 관찰에 대한 보고가 아직 없다^{11,19)}. 또한 재생된 연골조직이 골화되는 경향이 있다고 한다. 본 논문에서는 자가 골연골 이식술과 자가 연골 세포 이식술의 장점과 단점, 수술 수기와 결과 등을 알아 보고자 한다.

수술 전 고려 사항

수술 전에 환자의 병력을 자세히 알아보고, 진찰을 하는 것이 필요하다. 이전에 받은 진단, 수술 방법을 알아야 한다. 연골 결손은 십자인대 파열, 반월상 연골판 파열, 하지 정렬 이상과 동반되는 경우가 많으므로, 동반된 병변을 확인해야 한다. 문진에서는 환자가 통증을 호소하는 부분이

내측, 외측 관절면인지 알아야 하고, 환자가 직립한 상태에서 슬관절의 내반이 있는지 확인하여야 하며, 보행시 varus thrust가 있는지 확인해야 한다. 만약 슬관절에 내반이 있고, 대퇴골 내과에 연골 결손이 있으면, 근위 경골 절골술이 필요하다. 진찰에서는 전방 동요가 있는지, McMurray 검사로 반월상 연골판 파열 여부를 진단한다. 방사선 촬영에서는 knee joint AP, lateral, Merchant's view 외에 45° standing PA, long cassette scanogram이 필요하다. 수술 전 자기 공명 검사는 연골이 결손된 부분의 위치, 크기를 알아보고, 동반된 병변을 진단하는데 중요하다. 특히 연골 결손을 보기위해 보통의 T1, T2 강조영상 외에 fast spin echo 방법과 fat suppressed T1 weighted 3D gradient echo 방법이 필요하다²⁾. 또한 자기 공명 영상에서 경골이나 슬개골에 동반된 연골 결손이 있는지 확인한다. 만약 연골 결손이 크면, 자가 골연골 이식술 보다는 자가 연골 세포 이식술을 시행하는 것이 바람직 하다.

자가 골연골 이식술

골연골 이식의 목적은 연골하 골을 복원시키고 동시에 관절의 연골 표면을 주변 연골의 표면에 정렬하는 것이다. 자가 골연골 이식술은 15 mm 길이의 골연골을 같은 대퇴골의 활차의 상부에서 채취하여 연골이 결손된 부위에 이식하는 방법이다. 이 방법은 정상인 연골을 하층의 골과 같이 채취하므로, 연골과 골의 경계인 tide-mark 가 정상이다.

이 방법의 장점은 완전히 형성된 관절 연골을 살아있는 연골세포와 같이 이식을 한다는 이론적인 배경이 있다. 연골세포와 세포외 기질의 비율이 1:9 로 정상이므로, 생역학적 성상이 정상이라는 이론적 장점이 있다. 자가 연골 세포 이식술과 달리 이차 수술이 필요 없이 한번의 수술로 가능하고, 병변이 작은 경우는 관절경적 수술이 가능하다. 또한 공여부가 같은 관절에 있으므로 골연골 이식편을 얻기가 용이하고, 자가 연골 세포 이식술과 달리 조기에 체중을 부하할 수 있는 장점이 있다. 자가 골연골 이식술은 수술비가 연골 세포 이식술에 비해 상당히 저렴할 뿐 아니라, 결손된 부분의 약 70~80%가 초차 연골로 덮히는 장점이 있으며, 또한 과성장의 부작용도 없다³⁾.

이 방법의 단점은 수술 기법에 노하우가 필요하고, 연골이 결손된 부위가 매우 큰 경우는 사용할 수 없다. 결손된 부분이 큰 경우 골연골 이식을 하면, 이식편이 여러 개가 필요한데, 이식된 연골편들의 높이가 일치해야 하고, 주변 연골과의 조화를 이루어야 한다. 여러 개의 이식편들을 삽입하는 경우, 이식편과 이식편 사이에 접촉면이 남고 완전히 초차 연골로 덮히지 않는다. 골연골 이식편을 삽입하는데 기술적으로 고려할 사항이 많고, 수술 후 슬관절의 중창

이 발생한다⁴⁾. 또한 이 방법은 연골하층을 침범하는 수술이므로, 퇴행성 관절염의 원인으로 지적되고 있는 연골하층의 경화를 발생시킨다는 이론적 단점이 있다.

이식편의 공여부는 sulcus terminalis의 상부의 대퇴골 외과로서, 이 곳에서 이식편을 채취하면, 대퇴골 내과에 연골 결손이 있는 경우, 주변 연골과의 조화가 잘 된다⁵⁾. 다발성의 이식편이 필요한 경우는 대퇴 과간에서 채취할 수 있는데, 관절경적 방법으로 채취가 가능하다. 채취된 이식편의 주변부의 연골이 초차 연골이 아니라, 섬유 연골이다.

수술 방법은 먼저 연골이 결손된 부분을 준비한다. 불안정한 연골부분을 절제하고, curet 으로 변연 절제를 시행한 다음, 결손된 부분의 면적을 측정한다. 만약 결손된 부위가 크면, 이식편의 크기와 배열을 미리 고려해야 한다.

골연골 이식편은 길이 15 mm 를 사용하는 것이 고정에 좋다. 이식편을 채취하는 기구는 연골면에 수직으로 위치해야 한다. 그렇지 않으면, 이식편의 연골부분이 수직으로 되지 않고, 경사지게 된다. 따라서 수술 시 조수는 이식편을 채취할 때 슬관절의 굴곡각도가 변화되지 않도록 조심해야 한다. 슬관절의 굴곡각도가 유지되지 않는 경우, 채취하는 기구가 15 mm 깊이로 삽입이 되어도, 이식편이 채취 안 되는 경우가 있다. 채취기가 15 mm 삽입된 후, 채취기를 상하로 움직이지 말고, 시계방향과 반대 방향으로 돌려 이식편을 얻어야 한다. 채취기를 상하로 움직여 이식편을 얻은 후 결손부위의 구멍에 삽입하는 경우는 고정력이 감소된다고 보고되어 있다⁶⁾.

채취된 골연골 이식편의 깊이를 확인한 다음, 연골이 결손된 부분을 채취기로 구멍을 만든다. 이때도 채취기가 연골면에 수직이 되도록 한다. 만약 결손된 연골의 크기가 큰 경우는 채취기로 구멍을 여러 개를 먼저 만들지 말고, 공여부에서 채취된 이식편으로 하나의 구멍을 채워 골연골 이식을 한 후 수혜부에 다른 구멍을 만든다.

골연골을 이식하기 전에 채취기 안에 있는 이식편의 연골의 높이의 기울기를 보고, 주변 연골면의 기울기를 고려하여, 채취기의 방향을 조정한다. 채취기를 망치로 칠 때는 채취기 옆에 있는 틈으로 삽입되는 이식편의 깊이를 보아야 한다. 이식편을 거의 삽입한 후 채취기를 제거하고, 이식편을 플라스틱 impactor 로 쳐서 주변의 연골면과 같은 깊이로 삽입되게 한다. 이식편을 삽입할 때, 골결되지 않도록 조심한다. 결손된 부분에 구멍의 깊이와 이식물의 깊이를 잘 맞추어서 이식편이 돌출되지 않도록 조심한다. 동물실험에서 이식편의 2 mm 가 돌출되면, 접촉면의 압력이 정상 연골보다 50% 정도 증가한다고 보고되어 있다⁷⁾. 만약 이식편이 주변 연골의 깊이 보다 약간 낮게 삽입되면, 접촉면의 압력이 정상 연골과 거의 비슷하다. 또한 돌출된 이식편을 깊이 삽입하기 위해 망치로 무리하게 치면, 이식편 연골의 세포가 많이 죽게 된다고 한다⁸⁾. 만약 이식편의 깊이가 결손된 부분의 구멍의 깊이보다 낮은 경우, 나사가 달린 강

선으로 이식편을 다시 구멍에서 제거한 후, 결손된 부분에서 나온 망상골을 이용하여 수혜부 구멍에 이식하여 깊이를 맞춘 다음, 다시 이식편을 삽입한다.

수술 후 재활 방법은 십자인대 재건술을 시행한 경우는 십자인대에 따라 재활 방법을 따라 하였고, 그렇지 않은 경우는 골연골 이식에 따라 재활 방법을 정하였다. 이식된 골연골의 부위가 대퇴골의 내과나 외과인 경우는 수술 후 6주간 부분 체중 부하를 하였고, 대퇴골의 활차이면 수술 후 다음날부터 전체중 부하를 실시하였다. 수술 후 능동적 관절 운동은 바로 시행 한다. 조깅은 수술 후 6개월에 허용한다.

발표된 논문을 보면 Hangody 등은 44명의 대퇴 연골의 결손 환자를 자가 골연골 이식술로 치료하여 수술 후 1~5년 추후 관찰하였는데, 전체 환자가 우수에서, 양호의 결과를 보였고, 10명의 환자에서 이차 관절경술을 시행하여 6명에서 초차 연골과 유사한 연골로 덮혔다고 보고하였다¹⁹⁾. Hangody는 다른 논문에서 다발성 천공술, 연막 성형술, 미세 천공술, 골연골 이식술을 비교하였는데, 5년 후 골연골 이식술의 결과가 가장 우수하였다고 발표하였다.

Marcacci 등은 결손된 연골의 범위가 1.5 cm² 이상인 13명의 환자에서 골연골 이식술을 시행하여 발표하였는데, 평균 61개월을 추후 관찰하여, 12명에서 만족할만한 결과를 얻었다고 발표하였다²¹⁾. Attmanspacher 등은 결손된 범위가 평균 15 mm²인 18명의 환자에서 골연골 이식술을 시행하여 Lysholm 점수가 89.5를 얻었다고 발표하였다²²⁾.

Jacob 등은 국제 연골 복원회에서 정한 연골 손상의 정도 III 기 23명, IV 기 29명의 52명 환자에서 자가 골연골 이식술을 시행하고 평균 37개월을 추후 관찰하였다. 최후 관찰에서 92%의 환자가 슬관절의 기능이 향상되었다고 보고하였으나, 4명에서 재수술이 필요하였는데, 광범위한 연골 결손이 원인이었다²³⁾.

자가 연골세포 이식술

연골세포 이식술은 1984년 Lars Peterson이 토끼에 3 mm의 연골 결손을 만든 다음, 골막과 연골세포를 같이 이식하여 좋은 결과를 얻은 것을 발표로 임상에 소개되었다²⁰⁾.

이 수술의 장점은 연골이 비교적 크게 결손된 부위에 적용할 수 있고, 공여부의 불편함이 거의 없다. 이 수술의 단점은 환자 자신의 연골을 채취하기 위한 1차 관절경 수술이 필요하고, 2차 수술시 슬개골을 탈구 시켜 슬관절의 수술 부위를 노출시키는 광범위 수술이 필요하다²⁴⁾. 이 수술의 단점으로는 연골의 결손된 부분이 광범위할 때는 적용하기가 어려운 수술이며, 수술 후 약 1년까지도 이식된 연골

의 표면이 경도가 상당히 감소되어 있어 수술 후 재활 초기 기간에 체중이 많이 부하되는 것을 금지해야 한다. 이차 관절경 수술 당시 채취한 이식된 연골 표면이 초차연골과 비슷한 연골을 보인다고 보고 되어있다. 수술받은 환자의 43% 에서 이식된 연골의 표면이 주변 연골 표면 보다 돌출되는 과성장을 보인다고 한다.

이 수술의 적응증은 자가 골연골 이식술과 유사한데, 대퇴골 관절면, 활차의 결손된 연골.

박리성 골연골염으로, 연령은 15~50세에 제한된다. 슬개골의 병변은 비교적 적응증이 되지 않는다. 그 이유는 슬개골에 병변이 있는 경우, 수술 후 결과가 대퇴골의 관절면에 병변이 있는 경우보다 감소하기 때문이다. 그러나 최근에 슬개골의 병변도 적극적으로 수술이 시행되고 있다. 하지만, 슬개골에 병변이 있는 경우는 신전기전에 문제가 없는지 수술 전에 확인을 해야 하고, 신전기전의 문제가 동반되는 경우, 같이 수술을 시행해야 한다. 이 수술의 비 적응증은 관절염으로, 대퇴골과 경골에 병변이 동시에 있는 경우나 경골에만 병변이 존재하는 경우이다.

수술 방법은 먼저 관절경으로 결손된 병변을 확인하고, 동반된 연골판 파열이 있는 경우 치료를 시행하고, 체중이 부하되지 않는 부분에서 연골을 채취한다. 채취된 연골편은 운반되는 용기에 넣어져, 세포 배양을 위해 실험실로 보내지고, 천만에서 이천만의 세포로 증식을 시킨다. 2차 수술에는 관절을 절개하고 슬개골을 탈구시켜 관절을 노출시킨 후 결손된 연골 부분을 변연 절제 하여 정리한다. 노출된 연골하골에 출혈을 없애고, 결손된 연골 부위에 소독된 종이틀 대고, 윤곽을 그린 다음, 약간 크게 종이를 자른다. 근위부 경골의 내측부를 노출한 후 자른 종이를 대고 골막을 자른 후 채취한다. 채취된 골막을 변연 절제된 결손 부위에 덮고 6.0 흡수 봉합사로 봉합을 한 다음, 봉합된 부위를 섬유필로 밀봉을 한다. 식염수 주사기로 방수가 되는지 확인을 한 후, 증식된 연골 세포가 들어 있는 용액을 주사기로 흡입하여 골막하로 주사한 후 봉합사로 봉합한 후 섬유필로 밀봉을 한다. 절개된 관절을 보통 방법으로 봉합한다.

수술 후 처치로는 지속적인 수동 운동이 중요하고, 2~3개월간 시행을 하는 것이 좋다고 한다. 능동적 운동을 시작하고, 대퇴 사두근 강화 운동을 하면서, 체중 부하는 2~3개월에 걸쳐 서서히 증가시킨다. 6개월이후에 조깅을 허용한다.

발표된 논문을 보면, 1994년 Lars Peterson은 대퇴골 관절면의 병변이 있는 16명의 환자 중 14명이 수술 2년 후 우수하거나 양호한 결과를 보였고, 이차 관절경술을 시행한 결과 이식된 연골면의 경도가 점차 증가한다고 하였고, 조직 생검상 구조화되지 않은 연골부터 정상적인 초차연골과 비슷한 연골로 진행된다고 하였고, 2형의 교원 섬유를 보였다고 하였다.

2000년 3월에 발표된 Genzyme 회사에서 발표된 기록을 보면, 3240명이 자가 연골세포 이식수술을 받았고, 600명 이상이 최소 2년 이상 추후 관찰이 되었다. 연골 결손이 대퇴골 관절면에 있는 환자 85% 와 활차에 있는 환자 88% 에서 우수 및 양호의 결과를 보였다.

1987년 이후 스웨덴에서 400명 이상의 환자들이 연골 세포 이식술로 연골 결손을 치료 받았는데, 처음 100명의 환자들은 최소 2년 최장 9년을 추시 관찰하여 90%가 호전되었고, 박리성 골연골 환자 85%가 이 수술로 호전되었다¹⁾.

Anderson 등은 대퇴골 관절면에 2 cm² 이상인 54명의 환자에서 23명에서는 미세 천공술, 31명에서는 자가 연골세포 이식술을 시행하여 최소 3년 추후 관찰하여 비교하였는데, 미세 천공술을 시행한 환자의 52%에서, 자가 연골세포 이식술을 시행한 환자의 86%에서 증상이 호전되었다고 보고하였다. 자가 연골세포 이식술은 미세 천공술 보다는 슬관절의 기능이 높이 향상되고, 스포츠로 복귀가 잘된다고 보고하였다²⁾.

결 론

젊은 연령에서 슬관절내의 연골 결손은 치료하기가 어렵다. 치료 방법 중 기존의 방법은 결손된 연골이 섬유 연골로 덮히지만, 최근에 시행되고 있는 자가 골연골 이식술과 자가 연골세포 이식술은 연골이 결손된 부위를 대부분 초자연골로 덮을 수 있는 좋은 치료법으로 생각된다. 이런 방법들을 시행하기 전에, 충분하게 환자를 조사하여, 동반된 병변이 없는지, 특히 하지의 정렬에 이상이 없는지 확인해야 한다. 또한 수술 후 적절한 재활로 좋은 결과를 얻도록 노력해야 한다.

REFERENCES

- 1) Aichroth PM, Patel DV and Moyes ST: A prospective review of arthroscopic debridement for degenerative joint disease of the knee. *Int Orthop*, 15:351-355, 1991.
- 2) Anderson AF, Mandelbaum BR, Erggelet C, Micheli LJ, Fu F, Mosley JB and Browne JE: A Controlled Study of Autologous Chondrocyte Implantation Versus Marrow Stimulation Techniques for Full-Thickness Articular Cartilage Lesions of the Femur. Abstracts of the sixty-ninth Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Dallas, USA, 2002.
- 3) Attmanspacher W, Dittrich V and Stedtfeld HW: Experiences with arthroscopic therapy of chondral and osteochondral defects of the knee joint with OATS

- (Osteochondral Autograft Transfer System). *Zentralbl Chir*, 125:494-499, 2000.
- 4) Bartz RL, Kamaric E, Noble PC, Lintner D and Bocelli J: Topographic matching of selected donor and recipient sites for osteochondral autografting of the articular surface of the femoral condyles. *Am J Sports Med*, 29:207-212, 2001.
- 5) Bert JM, Maschka K: The arthroscopic treatment of unicompartamental gonarthrosis: A five-year follow-up study of abrasion arthroplasty plus arthroscopic debridement and arthroscopic debridement alone. *Arthroscopy*, 5: 25-32, 1989.
- 6) Bovic V: Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in anterior cruciate ligament reconstruction: A preliminary clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 3, 262-264, 1996.
- 7) Childers JC Jr and Ellwood SC: Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin Orthop*, 144:114-120, 1979.
- 8) Duchows J, Hess T and Kohn D: Primary stability of press-fit-implanted osteochondral grafts. Influence of graft size, repeated insertion, and harvesting technique. *Am J Sports Med*, 28:24-27, 2000.
- 9) Gross AE, Hangody L, Minas T and O'Driscoll SW: The surgical treatment of articular cartilage defects of the knee. Abstracts of the sixty-eighth Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, San Francisco, USA, 2001.
- 10) Hangody L, Kish G, Karpati Z, Szerb I and Udvarhelyi I: Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects. A preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5:262-267, 1997.
- 11) Hoikka VE, Jaroma HJ and Ritsila VA: Reconstruction of the patellar articulation with periosteal graft. *Acta Orthop Scand*, 61:36-39, 1990.
- 12) ICRS articular cartilage imaging committee: ICRS MR imaging protocol for knee articular cartilage. ICRS standards workshop 2000. Schloss Munchenwiler, Switzerland, 2000.
- 13) Jacob RP, Franz T, Gautier E and Mainil-Varlet P: Autologous osteochondral grafting in the knee: indications, results, and reflections. *Clin Orthop*, 401:170-184, 2002.
- 14) Johnson LL: Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: Present status. *Arthroscopy*, 24:54-69, 1986.
- 15) Koh J: Clinical, animal, and biomechanical studies of osteochondral autografting. Newsletter ICRS 2002.
- 16) Korkala O and Kuokkanen H: Autogenous osteoperiosteal grafts in the reconstruction of full-thickness joint

- surface defects. *Int Orthop*, 15:233-237, 1991.
- 17) **Marcacci M, Kon E, Zaffagnini S and Visani A:** Use of autologous grafts for reconstruction of osteochondral defects of the knee. *Orthopaedics*, 22:595-600, 1999.
- 18) **Menche DS, Vangsness CT Jr, Pitman M, Gross AE and Peterson L:** The treatment of isolated articular cartilage lesions in the young individual, in Cannon WD (ed): Instructional Course Lectures 47. Rosemont, IL, *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 505-515, 1998.
- 19) **Peterson L, Minas T, Brittberg M, Nilsson A, Sjogren-Jansson E and Lindahl A:** Two- to 9-year outcome after autologous chondrocyte transplantation of the knee. *Clin Orthop*, 374:212-234, 2000.
- 20) **Peterson L, Menche D, Grande D, et al:** Chondrocyte transplantation: An experimental model in the rabbit. *Trans Orthop Res Soc*, 9:218, 1984.
- 21) **Rand JA:** Role of the arthroscopy in osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy*, 7:358-363, 1991.
- 22) **Rodrigo JJ, Steadman RJ, Silliman JF, et al:** Improvement of full-thickness chondral defect healing in the human knee after debridement and microfracture using continuous passive motion. *Am J Knee Surg*, 7:109-116, 1994.
- 23) **Zorman D, Prezerowsitz L, Pasteels JL, et al:** Arthroscopic treatment of posttraumatic chondromalacia patellae. *Orthopaedics*, 13:585-588, 1990.
- 24) **Whiteside RA, Wang X, Jakob R, Wyss UP and Mainil-Varlet P:** The effect of impact loading during autologous osteochondral transplantation on viability of the grafted articular cartilage. Newsletter ICRS 2002.