

# 실험실내 추간판 연골세포의 운동성 측정실험에서 척색세포에 의해 유도되는 연골종판 연골세포의 화학주성

김기원 · 이준석<sup>#</sup> · 하기용 · 유기원 · 남석우<sup>\$</sup> · 우영균

가톨릭대학교 의과대학 정형외과, 병리학과<sup>\$</sup>, 동신병원 정형외과<sup>#</sup>

## Notochordal Cells Induce Chemotaxis of Cartilage-Endplate Chondrocytes in *In Vitro* Motility Assays

Ki-Won Kim, M.D., Jun-Seok Lee, M.D.<sup>#</sup>, Kee-Yong Ha, M.D., Kee-Won Rhyu, M.D.,  
Suk-Woo Nam, M.D.<sup>\$</sup>, Young-Kyun Woo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery and Pathology<sup>\$</sup>, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea,  
Department of Orthopedic Surgery, Dongshin General Hospital, Seoul, Korea<sup>#</sup>

### – Abstract –

**Study Design:** In vitro motility assays were carried out using rat intervertebral discs (IVDs).

**Objectives:** To demonstrate the motile properties of the cartilage endplate (CE) chondrocytes and the effect of notochordal cells on this property.

**Literature Review:** Although previous in vivo studies have provided evidence for the migration of CE chondrocyte from hyaline CEs into the notochordal nucleus pulposus (NP), it is unclear if CE chondrocytes of the IVD actually have motile properties. In addition, the effect of notochordal cells on these properties has not been reported.

**Materials and Methods:** Notochordal cells and CE chondrocytes were harvested from three-month-old male Wistar rats and cultured separately. The motility was assayed in quadruplicate using a 48-well microchemotaxis chamber and a gelatin-coated 8- $\mu$ m polycarbonate membrane filter. The control medium (serum-free culture medium), notochordal cells ( $4 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$  and  $0.5 \times 10^6$ ) and concentrated conditioned medium (10-, 50-fold) where notochordal cells were cultured were loaded into the wells of the lower chamber, and CE chondrocytes were added to the wells of the upper chamber. At the end of the assays, the CE chondrocytes that migrated to the bottom side of the membrane filter were stained, counted, and compared.

**Results:** Compared with the control medium, the notochordal cells ( $N = 4 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$  and  $0.5 \times 10^6$ ) and concentrated conditioned medium (10- and 50-fold) significantly increased the chemotactic motility of the CE chondrocytes in a number- and concentration-dependent manner ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The CE chondrocytes of the intervertebral disc are motile, and soluble factors produced by notochordal cells induce the chemotaxis of CE chondrocytes.

**Key Words:** Chemotaxis, Notochordal cell, Chondrocyte, Cartilage endplate, Intervertebral disc

Address reprint requests to

**Young-Kyun Woo, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea

62 Yoido-dong, Youngdeungpo-ku, Seoul, 150-713, Korea

Tel: 82-2-3779-1192, Fax: 82-2-783-0252, E-mail: kiwonk@lycos.co.kr

\* 이 연구는 가톨릭대학교 의과대학 2004년 및 2005년도 성의장학금으로 이루어졌음.

## 서 론

출생 후 연령이 증가함에 따라 추간판의 수핵은 척색 세포(notochordal cell)로 구성된 척색수핵(notochordal nucleus pulposus)에서 섬유 연골성 수핵(fibrocartilaginous nucleus pulposus)으로 대체된다<sup>1,2,3</sup>. 이러한 수핵의 변화는 세포에 있어서는 척색세포에서 연골세포로, 그리고 세포간질에 있어서는 많은 낭포(vacuole)를 함유한 척색 조직에서 섬유연골조직으로의 변화를 동반한다. 최근의 연구에서 이러한 추간판 수핵의 변화는 초자 연골인 연골종판에 있는 연골세포가 이소성 부위(ectopic site)인 척색수핵으로 이동함으로써 이루어진다고 보고되었다<sup>2,4</sup>.

세포의 이동성(motility)은 상처의 치유나 태아의 발생 과정과 같은 많은 생리학적 과정을 수행하는 중요한 세포의 기능이다<sup>5</sup>. 이러한 세포의 이동성은 화학주성(chemotaxis)과 haptotaxis, 두 가지의 다른 방식에 의해 이루어진다. 화학주성은 어떤 수용성 유인제(soluble attractant)를 향한 이동이고, haptotaxis는 비수용성 기질(insoluble matrix molecules)을 향한 이동이다<sup>6</sup>.

저자들은 조직학적 그리고 면역 조직학적 실험에서 연골종판 연골세포가 척색수핵 부위로 이동하는 증거들을 보고하였다<sup>2,4</sup>. 그러나 추간판의 연골종판 연골세포가 실제로 이동성을 가지고 있는지 그리고 연골종판 연골세포의 이동에 척색세포가 어떤 영향을 미치는지는 아직까지 알려진 바 없다. 본 연구는 쥐의 추간판을 이용한 화학주성 실험(chemotaxis assay)을 통하여 연골종판 연골세포가 이동성을 가지고 있는지의 여부와, 척색세포가 연골종판 연골세포의 화학주성을 유발하는지의 여부를 알아보려고 하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 세포 추출 및 배양

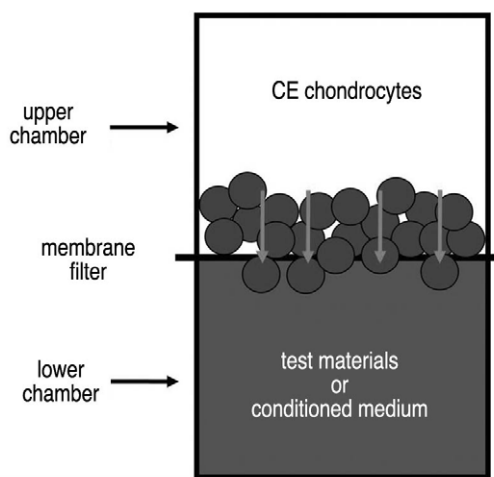
추간판 조직으로부터 척색세포와 연골세포의 추출 및 배양기술은 이전의 연구들<sup>7,8,9</sup>에서 시행한 방식을 본 연구에서는 변형하여 사용하였으며, 동물 실험 윤리 위원회의 승인을 얻어서 시행하였다. 3개월 된 수컷 Wistar 쥐에서 무균적 조작을 통해 제 1-5 요추 추간판 조직을 채취하고 추간판을 둘러싸고 있는 연부조직과 골조직을 제거하였다. 현미경하에서 섬유륜의 중간부에 황으로 절개를 가한 후 젤 성분의 척색 수핵 조직(gel-like notochordal nucleus pulposus)만을 추간판의 중심에서 채취하였다. 척추체에서는 섬유륜을 완전히 제거한 후 두

부(cranial)와 미부(caudal)의 연골종판을 미세 가위를 이용하여 긁어내면서 연골종판 조직만을 채취하였다. 이 두 조직을 각각  $\alpha$ -minimum essential medium ( $\alpha$ -MEM; Gibco, Grand Island, NY)에 넣었다. 효소를 이용한 소화 과정 없이 파이펫을 이용하여 수핵 조직과 연골종판 조직에서 척색세포와 연골세포를 얻었다. 이 두 종류의 세포들을 각각  $\alpha$ -MEM에 30% fetal bovine serum (Gibco, Grand Island, NY), vitamin K ( $10^{-4}$  mol/liter, Sigma, St. Louis, MO), ascorbic acid (50  $\mu$ g/ml; Sigma, St. Louis, MO) 그리고 1% penicillin-streptomycin (Gibco, Grand Island, NY)을 첨가한 complete culture medium에서 충분히 자랄 때까지 배양하였다.

### 2. 화학주성 실험

화학주성 실험은 이전 연구들<sup>6,10,11,12</sup>에서 기술한 바와 같이 다음과 같은 방법으로 시행하였다(Fig. 1).

- 1) 척색세포가 연골종판 연골세포의 이동에 미치는 영향  
배양 flask 바닥에 붙어 있는 척색세포와 연골종판 연골세포를 0.05% trypsin/0.02% EDTA에 처리하여 바닥에서 분리한 후 complete culture medium에서 실내온도에 도달할 때까지 1시간 동안 방치하였다. 그 후 세포들을 5분간 800 G에서 원심분리하고 serum-free culture medium [ $\alpha$ -MEM에 0.1% bovine serum albumin (BSA; Sigma, St. Louis, MO)을 첨가한 배지]에  $2 \times 10^6$ 개/ml의 세포들



**Fig. 1.** Schematic drawings for chemotaxis assays. Test materials (notochordal cells and concentrated conditioned medium) or control medium ( $\alpha$ -MEM supplemented with 0.1% bovine serum albumin) is loaded in the lower chamber and cartilage endplate chondrocytes, in the upper chamber. The membrane filter separates the upper and lower chambers.

을 놓았다. 운동성 측정실험(motility assay)은 48-well microchemotaxis chamber (Neuro Probe Inc., MD)를 이용하여 동시에 4회 중복(quadruplicate) 시행하였다<sup>6,10,11,12</sup>. 8- $\mu$ m 크기의 작은 구멍을 가진 필터(polycarbonate membrane filter; Neuro Probe Inc., MD)를 이용하여 상부 chamber와 하부 chamber를 분리하였다. 총 50  $\mu$ l의 serum-free culture medium과 함께 척색세포들을 4 $\times$ , 2 $\times$ , 1 $\times$  그리고 0.5 $\times$  10<sup>6</sup>개와 같이 수를 달리하여 각각의 하부 chamber의 well에 깔아 놓은 다음 부유된 세포들이 가라앉도록 37°C에서 1 시간 동안 배양하였다. 그런 뒤에 하부 chamber와 상부 chamber 사이에 membrane filter를 넣고 chamber를 조립하였다. 역시 총 50  $\mu$ l의 serum-free culture medium과 함께 1.1 $\times$  10<sup>5</sup>개의 연골종판 연골세포들을 상부 chamber의 well에 놓았다. 조립된 chamber들을 37°C에서 4 시간 동안 배양하였다. 그 후 상, 하부 chamber 사이의 필터를 제거하여 고정된 뒤 Diff-Quik reagents (Baxter-Scientific, McGraw Park, IL)를 이용하여 염색하였다. 필터를 증류수에 씻은 후 슬라이드 글라스 위에 고정하였다. 필터를 통과하여 이동하지 못한 연골종판 연골세포들을 제거하기 위해 membrane filter 상면을 면봉을 이용하여 깨끗이 닦았다. 필터를 통과하여 하부 chamber쪽으로 이동한 연골종판 연골세포들은 400배로 확대한 현미경을 이용하여 무작위로 5군데를 선정하여 그 수를 세었다. 이동한 연골종판 연골세포의 수는 4회 중복 실험에서 얻은 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였다. 대조군은 serum-free culture medium (control medium)을 이용하였다.

## 2) 척색세포에서 생성되는 수용성 인자가 연골종판 연골세포의 화학주성에 의한 이동에 미치는 영향

Complete culture medium에서 배양 중인 척색세포를 분리하여 serum-free culture medium에서 24시간 동안 배양하였다. 이때 24시간 동안 척색세포를 배양한 배지(conditioned medium)의 상청액(supernatant)은 척색세포에서 생산하는 수용성 인자를 함유하고 있다. 이 conditioned medium을 모은 후, 50 mM Tris와 20% ethylene glycol로 만든 buffer (pH 7.5)로 세척하였다. Conditioned medium을 Ultrafree-15 centrifuge filter unit (Millipore, Bedford, MA)를 이용하여 10배와 50배로 농축시켰다. 화학주성에 의한 세포이동 측정실험은 역시 동시에 4회 중복 실시하였으나, 전 실험과는 달리 척색세포 대신 농축된 conditioned medium (10배와 50배)을 하부 chamber의 well에 넣었다. 역시 serum-free culture medium을 대조군으로 이용하였다.

## 3. 통계

4회 중복 실험에서 membrane filter 하부로 이동한 연골종판 연골세포들의 수의 평균을 구하여 대조군, 척색세포군, conditioned medium군에서 Kruskal-Wallis test를 이용하여 비교하였으며, 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 정하였다.

## 결 과

### 1. 척색세포가 연골종판 연골세포의 이동에 미치는 영향

대조군과 비교하여 척색세포군에서는 연골종판 연골세포의 이동이 더 많았으며, 이는 척색세포의 개수에 비례하여 증가하였다( $p < 0.05$ ; Table 1, Fig. 2).

### 2. 척색세포에서 생성되는 수용성 인자가 연골종판 연골세포의 화학주성에 의한 이동에 미치는 영향

대조군에 비해 농축된 conditioned medium군에서 연골종판 연골세포의 이동이 더 많았으며, 이는 conditioned medium의 농도에 비례하여 증가하였다( $p < 0.05$ ; Table 2, Fig. 3).

## 고 찰

척색세포로 이루어진 수핵에서 섬유연골성 수핵으로 이행되는 동안, 연골종판 연골세포들은 이소성의 척색수핵 부위로 이동한다<sup>2,4</sup>. 이동하는 연골종판 연골세포들은 membrane type-1 matrix metalloproteinase (MT1-MMP)를 발현하게 된다. 이 MT1-MMP는 연골세포들이 연골종판에서 척색수핵 부위로 이동하는 통로를 만들

**Table 1.** The effect of notochordal cells on the motility of cartilage endplate (CE) chondrocytes

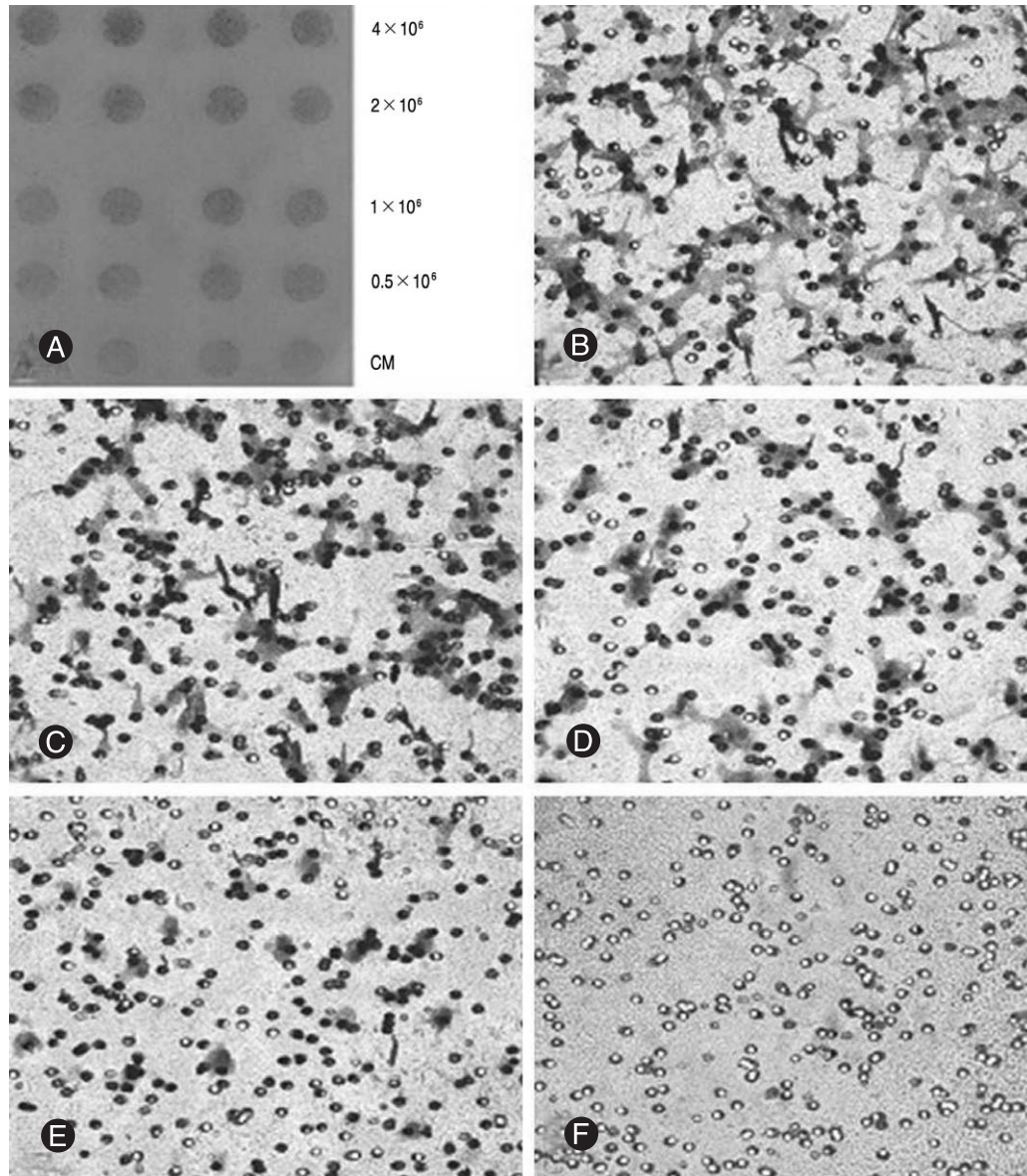
Materials Loaded in the Lower Chamber	Number of Migrated CE Chondrocytes (Mean $\pm$ SD)*
Control Medium	8.5 $\pm$ 3.4
Notochordal Cells (Number)	
4 $\times$ 10 <sup>6</sup>	91.5 $\pm$ 21.0
2 $\times$ 10 <sup>6</sup>	69.3 $\pm$ 15.7
1 $\times$ 10 <sup>6</sup>	46.8 $\pm$ 14.5
0.5 $\times$ 10 <sup>6</sup>	42.0 $\pm$ 12.0

SD indicates standard deviation. \* $p < 0.05$  by Kruskal-Wallis test

어 줄 뿐 아니라 섬유연골의 침착이 일어나는 것을 가능하게 하기 위해 척색조직을 제거하는 역할을 한다<sup>4)</sup>. 동시에 수핵으로 이동하는 연골종판 연골세포들은 계속 증식하여 결국 수핵내의 척색세포를 대체하게 된다<sup>2,4)</sup>.

척색세포로 이루어진 수핵으로부터 섬유연골성 수핵으로의 이행은 하나의 조직(척색수핵)이 출생 후 자연적으로 외부로부터 자라 들어 오는 새로운 조직(섬유연골

성 수핵)으로 대체되는 매우 독특한 현상이다<sup>2,4)</sup>. 인간에게도 이러한 이행 현상이 일어나며 일반적으로 20대에 완성된다<sup>3)</sup>. 이러한 독특한 현상을 이해하기 위해서는 '왜 연골종판의 연골세포가 이소성의 척색수핵 부위로 이동하는가'라는 의문점에 접하게 된다. 본 연구에서 저자들은 '연골종판 연골세포는 운동성을 가지고 있으며, 척색세포와 연골종판 연골세포 사이에 연골세포의



**Fig. 2.** The effect of notochordal cells on the motility of cartilage endplate (CE) chondrocytes. (A), After chemotaxis assays, the membrane filter was stained with Diff-Quik reagents. On visual inspection, darker staining indicates more cell migration. (B-E), The numbers of notochordal cells loaded in the lower chamber were: (B)  $4 \times 10^6$ , (C)  $2 \times 10^6$ , (D)  $1 \times 10^6$ , and (E)  $0.5 \times 10^6$ . (F), For comparison, control medium (CM,  $\alpha$ -MEM supplemented with 0.1% bovine serum albumin) was loaded in the lower chamber. The small round dots are the membrane pores. CE chondrocytes that migrated through the pores and attached to the bottom of the membrane are stained purple; deep purple indicates the nucleus of the CE chondrocyte ( $\times 400$ ). The results of this experiment are summarized in Table 1.



이동을 조절하는 생물학적 연관성이 존재할 것이다' 라고 가정하였다.

본 연구의 결과는 연골종판 연골세포가 이동성을 갖고 움직인다는 것을 보여주었다. 연골종판 연골세포들은 자신들보다 크기가 작은  $8\ \mu\text{m}$ 의 구멍을 가진 필터를

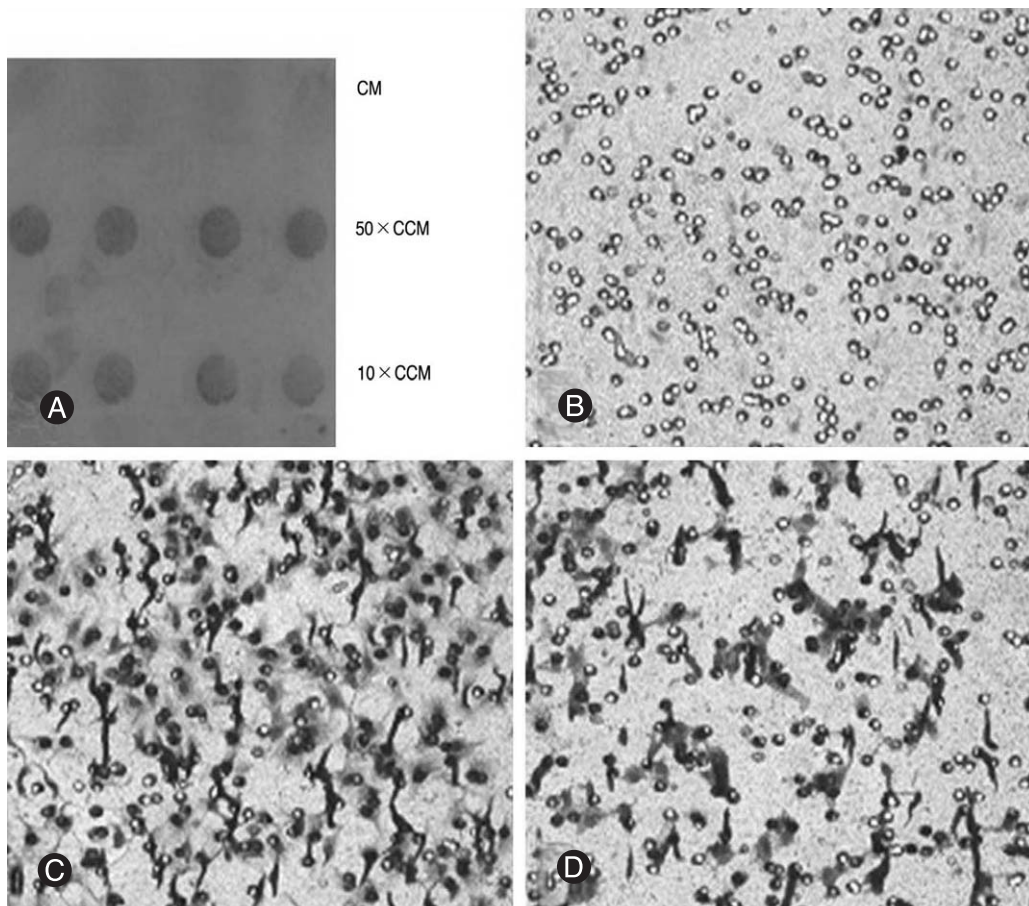
**Table 2.** The effect of soluble factors produced by notochordal cells on the chemotactic motility of cartilage endplate (CE) chondrocytes

Materials Loaded in the Lower Chamber	Number of Migrated Chondrocytes (Mean $\pm$ SD)*
Control Medium	$8.5 \pm 3.4$
Concentrated Conditioned Medium	
50-fold	$218.3 \pm 14.1$
10-fold	$146.5 \pm 12.6$

SD indicates standard deviation. \* $p < 0.05$  by Kruskal-Wallis test

통과하여 척색세포가 있는 방향으로 이동한 것이다. 연골세포들의 이동은 하부 chamber에 놓아둔 척색세포의 수에 비례하여 증가하는 양상을 보였다. 필터가 상부 chamber와 하부 chamber의 사이에 있기 때문에 척색세포와 연골종판 연골세포 사이의 직접적인 접촉은 없다고 할 수 있다. 그러므로 척색세포의 수에 비례하여 이동한 연골세포의 수가 증가한다는 사실은 척색세포에 의해 생산된 어떤 수용성 인자(soluble factor)가 필터의 작은 구멍들을 통해서 연골세포의 화학주성을 자극했다는 것을 보여주는 것이다.

척색세포가 생산하는 수용성 인자가 연골세포의 움직임을 일으키는 화학주성을 유발하는지를 결정하기 위해, 저자들은 10배와 50배로 농축된 conditioned medium에 의해서 유발된 연골세포의 이동을 대조군에서의 연골세포 이동과 비교하였다. 대조군과 비교하여 10배와 50배로 농축된 conditioned medium에서 연골종판 연골



**Fig. 3.** The effect of soluble factors produced by notochordal cells on the chemotactic motility of cartilage endplate chondrocytes. (A) visual inspection and (B-D) microscopic examinations ( $\times 400$ ). Materials loaded in the lower chamber are (B) control medium (CM,  $\alpha$ -MEM supplemented with 0.1% bovine serum albumin), (C) 50-fold concentrated conditioned medium and (D) 10-fold concentrated conditioned medium. The results of this experiment are summarized in Table 2. CCM indicates concentrated conditioned medium.

세포의 화학주성에 의한 이동이 유의하게 증가하였으며, 이는 conditioned medium의 농도에 비례하는 양상을 보였다. Conditioned medium의 농도가 높을수록 척색세포의 배양시 척색세포에서 생산되는 수용성 인자의 농도 또한 증가하므로, 결국 수용성 인자의 농도에 비례하여 연골세포의 이동 정도가 결정된다는 것을 알 수 있었다. 또한 이 수용성 인자 속에 연골세포의 화학주성을 일으키는 어떤 화학적 유인제(chemoattractant)가 포함되어 있다고 생각할 수 있었다.

실험실내에서 이루어진 본 연구를 통해서 척색세포가 연골종판 연골세포의 화학주성을 유발한다는 것을 증명하였지만, 생체내 생리학적 환경에서 왜 연골종판 연골세포가 척색수핵으로 이동할 때 주변부에서 시작하여 서서히 중심부로 이동하는 일종의 구심성(centripetal) 이동을 하는지 알 수는 없다<sup>2,4)</sup>. 연골종판의 연골세포가 구심성으로 이동하는 것은 척색세포가 발현하는 Fas ligand가 연골세포의 수핵 중심으로의 직접 이동을 억제하기 때문이 아닐까 생각된다<sup>13)</sup>. 또한, 수핵의 주변부에 제 2형 콜라겐으로 구성되어 있는 섬유륜의 내층이 연골세포가 haptotaxis를 할 수 있게 하는 안내 물질의 역할을 하기 때문일 수도 있다.

## 결 론

추간판 연골종판의 연골세포는 이동성을 가지고 있으며, 척색세포에 의해 연골세포들의 화학주성이 유발되는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 출생 후 연령이 증가함에 따라 왜 연골종판 연골세포들이 이소성인 척색수핵 부위로 이동하는가 하는 의문점에 대하여 설명할 수 있는 정보를 제공할 것으로 생각된다. 앞으로 척색세포에 의해 생산되어 연골세포의 화학주성을 일으키는 화학적 유인제의 특성을 밝히고 동정하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) **Buckwalter JA:** Aging and degeneration of the human intervertebral disc. *Spine* 1995; 20: 1307-1314.
- 2) **Kim KW, Lim TH, Kim JG, Jeong ST, Masuda K, An HS:** The origin of chondrocytes in the nucleus pulposus and histologic findings associated with the transition of a notochordal nucleus pulposus to a fibrocartilaginous nucleus pulposus in intact rabbit intervertebral discs. *Spine* 2003; 28: 982-990.
- 3) **Peacock A:** Observations on the postnatal structure of the intervertebral disc in man. *J Anat* 1952; 86: 162-179.
- 4) **Kim KW, Ha KY, Park JB, Woo YK, Chung HN, An HS:** Expressions of Membrane-Type I Matrix Metalloproteinase, Ki-67 Protein, and Type II Collagen by Chondrocytes Migrating from Cartilage Endplate into Nucleus Pulposus in Rat Intervertebral Discs: A Cartilage Endplate-Fracture Model Using an Intervertebral Disc Organ Culture. *Spine* 2005; 30: 1373-1378.
- 5) **Singer SJ, Kupfer A:** The directed migration of eukaryotic cells. *Annu Rev Cell Biol* 1986; 2: 337-365.
- 6) **Aznavorian S, Stracke ML, Krutzsch H, Schiffmann E, Liotta LA:** Signal transduction for chemotaxis and haptotaxis by matrix molecules in tumor cells. *J Cell Biol* 1990; 110: 1427-1438.
- 7) **Alini M, Li W, Markovic P, Aebi M, Spiro RC, Roughley PJ:** The potential and limitations of a cell-seeded collagen/hyaluronan scaffold to engineer an intervertebral disc-like matrix. *Spine* 2003; 28: 446-454.
- 8) **Gan JC, Ducheyne P, Vresilovic EJ, Shapiro IM:** Intervertebral disc tissue engineering II: cultures of nucleus pulposus cells. *Clin Orthop* 2003; 411: 315-324.
- 9) **Masuda K, Takegami K, An H, et al:** Recombinant osteogenic protein-1 upregulates extracellular matrix metabolism by rabbit annulus fibrosus and nucleus pulposus cells cultured in alginate beads. *J Orthop Res* 2003; 21: 922-930.
- 10) **Nam SW, Clair T, Campo CK, Lee HY, Liotta LA, Stracke ML:** Autotaxin (ATX), a potent tumor motogen, augments invasive and metastatic potential of ras-transformed cells. *Oncogene* 2000; 19: 241-247.
- 11) **Nam SW, Clair T, Schiffmann E, Liotta LA, Stracke ML:** A sensitive screening assay for secreted motility-stimulating factors. *Cell Motil Cytoskeleton* 2000; 46: 279-284.
- 12) **Hama K, Aoki J, Fukaya M, et al:** Lysophosphatidic acid and autotaxin stimulate cell motility of neoplastic and non-neoplastic cells through LPA1. *J Biol Chem* 2004; 279: 17634-17639.
- 13) **Kim KW, Kim YS, Ha KY, et al:** An autocrine or paracrine Fas-mediated counterattack: a potential mechanism for apoptosis of notochordal cells in intact rat nucleus pulposus. *Spine* 2005; 30: 1247-1251.

## 국문초록

**연구계획:** 쥐의 추간판을 이용한 실험실내 연골종판 연골세포의 운동성 측정 실험

**연구목적:** 세포운동성 측정 실험방법을 통해서 추간판의 연골종판 연골세포가 운동성을 가지고 있는지, 그리고 척색세포가 연골종판 연골세포의 운동성에 어떤 영향을 미치는 지를 알고자 하였다.

**대상 및 방법:** 3개월 된 수컷 Wistar쥐의 추간판에서 척색세포와 연골종판 연골세포를 얻어 각각 배양하였다. 이동성 실험(motility assays)은 48-well microchemotaxis chamber와 gelatin-coated 8- $\mu$ m polycarbonate membrane filter를 이용하여 시행하였다. 하단 chamber의 well에는 대조군인 serum-free culture medium (control medium)과 실험군인 척색세포( $4 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $0.5 \times 10^4$ 개)와 척색세포를 배양하였던 conditioned medium의 농축액(10배와 50배)을 각각 넣었고 상단 chamber의 well에는 연골종판 연골세포를 넣었다. 이동성 실험 후에 membrane filter의 하면(bottom side of the membrane filter)으로 이동한 연골세포를 염색하고 그 수를 비교하였다. 통계학적 방법은 Kruskal-Wallis test를 이용하였다.

**결과:** 대조군과 비교하여 척색세포나 농축 conditioned medium은 연골종판 연골세포의 이동을 유의하게 증가시켰으며, 이러한 증가는 척색세포의 수나 conditioned medium의 농축 정도에 의존적인 경향을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

**결론:** 추간판 연골종판 연골세포는 이동성이 있으며 척색세포는 연골세포에 화학주성을 일으킨다. 이러한 결과는 척색수핵이 섬유연골 수핵으로 치환되는 동안 연골종판 연골세포가 이소성 수핵 부위로 이동하는 원인이 척색세포가 유도하는 화학주성에 있다는 것을 시사한다.

**색인단어:** 화학주성(chemotaxis), 척색세포, 연골종판, 연골세포, 추간판

※ 통신저자 : 우 영 군

서울특별시 영등포구 여의도동 62번지

가톨릭대학교 여의도성모병원 정형외과

Tel: 82-2-3779-1192 Fax: 82-2-783-0252 E-mail: kiwonk@lycos.co.kr