



Title	膝蓋骨亜脱臼症候群のMRI
Author(s)	中西, 克之; 井上, 雅裕; 原田, 貢士 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(4), p. 387-393
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16293
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

膝蓋骨亜脱臼症候群のMRI

—膝蓋関節軟骨の病的変化の検討—

大阪大学医学部放射線医学教室¹⁾，同 整形外科学教室²⁾

中西 克之¹⁾ 井上 雅裕²⁾ 原田 貢士¹⁾ 村上 卓道¹⁾
金 尚元¹⁾ 藤田 典彦¹⁾ 櫻井 康介¹⁾ 小塙 隆弘¹⁾

（平成2年6月25日受付）

（平成2年8月9日最終原稿受付）

MRI Evaluation of the Patellar Articular Cartilage in Patients with Subluxation of the Patella

Katsuyuki Nakanishi¹⁾, Masahiro Inoue²⁾, Koushi Harada¹⁾, Takamichi Murakami¹⁾,
Shougen Kim¹⁾, Norihiko Fujita¹⁾, Kousuke Sakurai¹⁾ and Takahiro Kozuka¹⁾

1) Department of Radiology, Osaka University Medical School

2) Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School

Research Code No. : 505.9

Key Words : Magnetic resonance, Patellar articular cartilage

In patients with subluxation of the patella, injury of the patellar articular cartilage is frequently observed and correct evaluation is important to manage these patients. We examined 11 patients with subluxation of the patella and five normal volunteers. In 12 patellofemoral joints of seven patients with subluxation of the patella, the abnormalities observed on MRI were compared with those on arthroscopy and/or at operation. MRI was performed with a Magnetom 1.5 T (Siemens) using the round surface coil. Pulse sequences were SE (TR 400 ms/TE 19 ms), FLASH (TR 320 ms/TE 15 ms FA 90° and 40°), and SE (TR 2000 ms/TE 26, 70 ms).

We analysed MR findings of the 12 abnormal joints and 10 normal joints according to the following classification of abnormalities observed on arthroscopy. (1) normal appearance (n=3 joints), (2) softening and fibrillation (n=6), (3) fragmentation (n=3), and (4) erosion to bone (n=0).

In only one of the six cases with softening and fibrillation observed on arthroscopy, MRI could visualize the thickening of patellar articular cartilage, but in all three cases with fragmentation observed on arthroscopy, MRI could visualize the thin inhomogenous cartilage with irregular surface.

The combination of SE (TR 400 ms/TE 19 ms) and FLASH (TR 320 ms/TE 15 ms FA 90°) are extremely effective pulse sequence to detect the abnormalities of patellar articular cartilage.

We conclude that MRI is a useful noninvasive method of detecting advanced changes in patellar articular cartilage.

緒 言

膝蓋骨亜脱臼症候群は若年者に多く、繰り返す膝の疼痛、腫脹、膝蓋骨の不安定感を主訴とする症候群で、しばしば膝崩れの既往を有する^{1)~7)}。本

症では、膝蓋関節軟骨の損傷が高頻度に起こりこれが治療上の問題点となっている。膝蓋関節軟骨は、単純X線像やX線CTでは描出することができず、従ってその変化をみるために今まで専

Table 1 Classification of chondral lesions on arthroscopy

Grade 0: Normal appearance
Grade 1: Softening and fibrillation
Grade 2: Fragmentation
Grade 3: Erosion to bone

ら関節鏡を用いて侵襲的に行われており、画像診断上も侵襲的な関節造影あるいは関節造影CTが必要であった⁸⁾⁹⁾。我々はMRIを用いて非侵襲的に膝蓋軟骨を描出して膝蓋骨亜脱臼症例における膝蓋軟骨損傷の診断を試みたところ、広く用いられている関節鏡分類(Table 1)とよく適合した所見が得られる上、関節鏡では評価できない軟骨の厚さや、軟骨内部の変化等、多くの有用な所見が得られた。MRIが膝蓋骨亜脱臼症候群の治療方針を決定する上で極めて有用と考えられたのでここに報告する。

対象、方法

対象は大阪大学医学部付属病院を受診した膝蓋骨亜脱臼症例11例と正常例5例である。亜脱臼症例は年齢が10歳から27歳、すべて女性であり、両側膝関節を撮像した。この22膝関節の中でArthroscopic Debridementを施行した2関節は除外し、さらに関節鏡や手術を施行していない8関節を除外して関節鏡所見か手術時の軟骨所見の得られている7例12関節を対象とした(Table 2)。この12関節は全例X線CTで膝蓋大腿関節のMalalignmentが認められ、8関節は膝崩れの既往を有する。また、正常例は20歳から26歳の女性で5例10関節である。関節鏡所見による膝蓋軟骨損傷の程度を4つにGrade分類し(Table 1)、この関節鏡分類にMRI所見を対応させて検討した。

装置はMAGNETOM 1.5T(Siemens)でコイルは直径10cmの円形の表面コイルを使用した。Pulse SequenceはSE法のT1強調画像(400/19/2, TR/TE/excitations), FLASH法(320/15/2)のFlip angle 90°及び40°, SE法のT2強調画像並びに密度強調画像(2,000/26, 70/1)である。このFLASH法では骨髓の信号強度が抑えられるため、軟骨と周囲組織とのコントラストが良好に

Table 2 Arthroscopic findings of the patients with subluxation of the patella

Case	Age/Sex	Side	Arthroscopic and/or operative findings
1. M. J	13 F	Lt	Normal findings
2. N. K	13 F	Rt	Normal findings
3. S. C	17 F	Rt	Normal findings
4. T. K	17 F	Lt	Softening and fibrillation
5. K. Y	22 F	Rt	Softening and fibrillation
6. Y. Y	13 F	Rt	Softening and fibrillation
7. M. J	13 F	Rt	Softening and fibrillation
8. N. K	13 F	Lt	Softenings and fibrillation
9. S. C	17 F	Lt	Softening and fibrillation
10. T. K	17 F	Rt	Fragmentation
11. Y. M	26 F	Rt	Fragmentation
12. Y. Y	13 F	Lt	Fragmentation

なり、軟骨内部の微細な変化が捉えられる。撮像方向は横断像のみでFOV 23cm, マトリックス256×256, スライス厚4mm, スライス間ギャップ0(Interleave)である。

撮像体位は仰臥位で膝関節は自然な伸展位をとらせ、表面コイルの円形の部分を膝蓋骨から少し離して設置した。

結果

1. 正常対照例の検討(Fig 1a~c)

膝蓋関節軟骨はT1強調画像で筋肉よりもやや高信号に描出される(Fig 1a)。正常膝蓋軟骨の厚さは約4mm程度、内部の信号強度は均一で軟骨表面は平滑である。FLASH image FA 90°では骨髓内の脂肪の信号が抑えられ、膝蓋軟骨は相対的に高信号に描出される。FA 40°になるとさらにその傾向が強くなる(Fig 1b, c)。

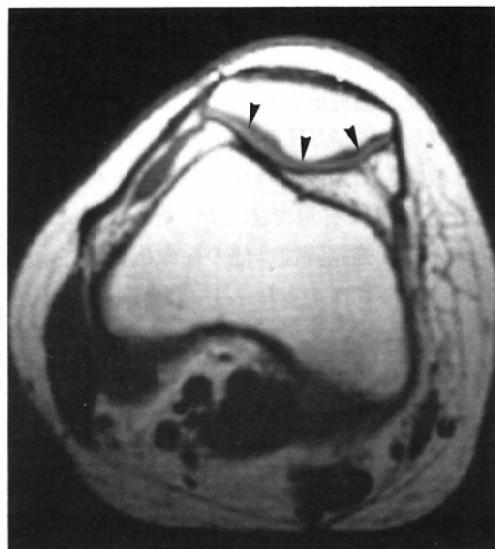
2. 膝蓋骨亜脱臼症例の検討

12膝関節中、関節鏡及び手術所見ではNormal 3例、Softening and fibrillation 6例、Fragmentation 3例でErosion to Boneを示すものはなかった(Table 2)。

以下、関節鏡分類に従ってMRI所見を提示する。

1. Grade 0 Normal

関節鏡で膝蓋軟骨に明かな損傷の見られなかつた亜脱臼症例3例はMRIでは膝蓋大腿関節のMalalignmentはあるが軟骨の厚さは健常者と同



a



b



c

Fig. 1 25-years-old female with normal appearance of her right patellar articular cartilage.

a. T1 weighted image (SE 400/19). The patellar articular cartilage (arrowhead) is shown as homogenous appearance with slightly higher intensity than that of skeletal muscle.

b. FLASH (320/15, FA 90°)

c. FLASH (320/15, FA 40°). On FLASH images, the patellar articular cartilage (white arrowhead) reveals relatively high intensity because of fat suppression in the bone marrow. On the FLASH image with flip angle of 40° image, this tendency becomes more remarkable.

程度で内部の信号強度も均一、境界も明瞭であった (Fig. 2).

2. Grade 1 Softening and fibrillation

6例中5例はMRIでは正常対照例や関節鏡正常例と同様の厚さ、信号強度、均一性および境界を示した。残りの1例で軟骨が正常よりも有意に厚く描出された (Fig. 3a, b)。この症例では軟骨の内側部分は薄く外側部分の軟骨のみに膨隆がみられた。軟骨の最大厚は5.3mm であった。

3. Grade 2 Fragmentation

3例全例でMRI上軟骨が菲薄化し内部の信号強度は不均一で軟骨表面が不整になり境界が不明瞭であった (Fig. 4, 5)。

以上よりMRIではGrade 2 Fragmentationは正確に診断出来たが、Grade 1 Softening and fibrillationの診断は困難であった。

3. Pulse sequence の検討

Fig 4に示す如く軟骨内部の不均一性を診断す

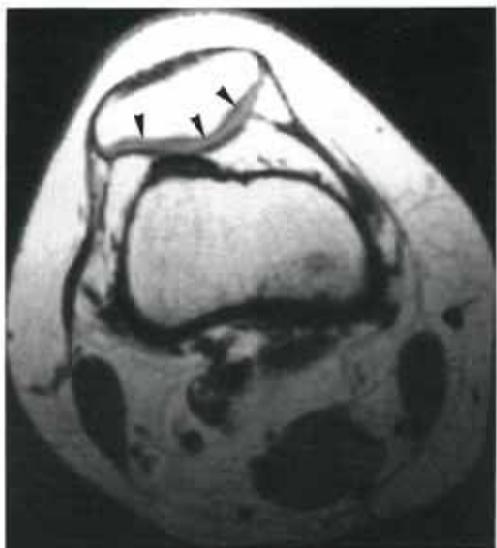


Fig. 2 Case # 2: 13-years-old female with normal appearance of her right patellar articular cartilage.

T1 weighted image (SE 400/19). The patellar articular cartilage is demonstrated as normal by arthroscopy. On MR images, malalignment of the patellofemoral joint is well demonstrated but patellar articular cartilage (arrowhead) is normal.

るにはT1強調画像が適している。一方Fig. 5に示す如く関節液の貯留が目立つ場合、T1強調画像では軟骨と関節液とのコントラストがつきにくいのに対し、FLASH image FA 90°とT2強調画像では軟骨と関節液とのコントラストが良くて軟骨部分の同定に有用であった。FLASH image FA 40°と密度強調画像は他の撮像法と比べ、有用な情報は得られなかった。

考 察

軟骨は主に硝子軟骨と線維軟骨の2種類に分けられる。膝蓋関節軟骨は硝子軟骨で通常血管支配は無く滑液から栄養を供給されている。軟骨組織は、軟骨細胞(Chondrocyte)とこれを支える細胞間質(Matrix)から成る。細胞間質がさらに膠原線維と基質(Ground Substance)から構成されておりこの基質にはムコ多糖類がふくまれている。このムコ多糖類を多く含むことが硝子軟骨の特徴であり¹⁰⁾¹¹⁾、線維軟骨(半月板等)ではムコ多糖類は乏しく、膠原線維が多量に含まれる。このムコ多糖類の含量の差がMRIでの信号強度の差となってあらわれる。硝子軟骨はT1強調画像で筋肉よりもやや高信号なのに対し、半月板等の線維

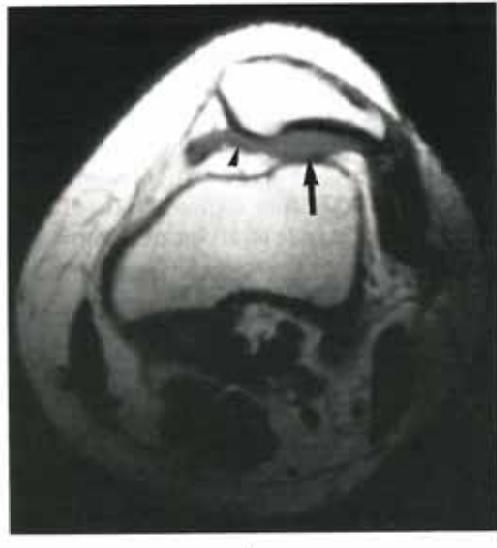
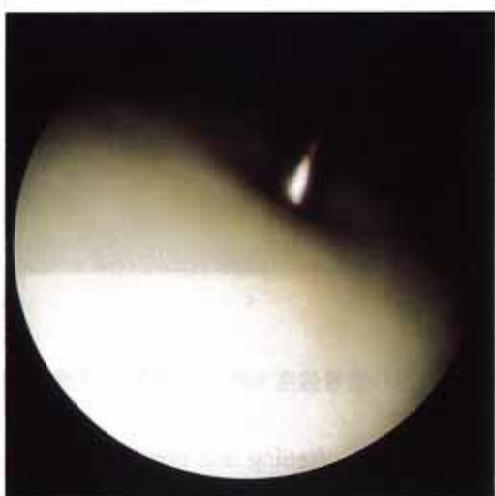


Fig. 3 Case # 4: 17-years-old female with thickening of the left patellar articular cartilage
a. T1 weighted image (SE 400/19). The lateral portion (arrow) of the patellar articular cartilage reveals thick but the medial portion (arrowhead) appears thin. The thickness of the lateral side is 5.3mm.

b. Arthroscopy. Lateral side of the patellar articular cartilage is slightly softened.





a



b

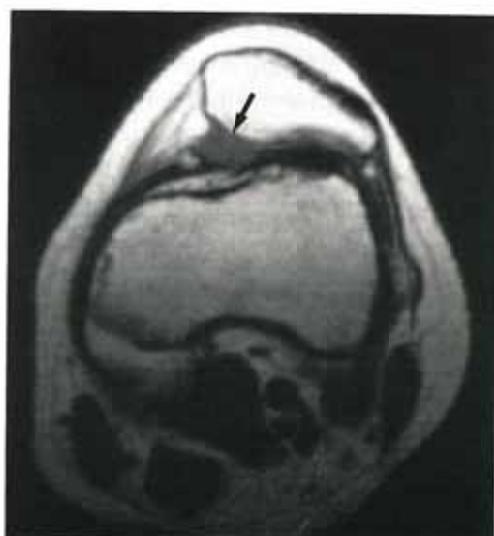
Fig. 4 Case #10; 17-years-old female with thinning and surface irregularity in the right patellar articular cartilage. This case is contralateral knee of Fig. 4.

a. T1 weighted image (SE 400/19). The patellar articular cartilage reveals diffusely thin and inhomogenous appearance with irregular surface (arrowhead).

b. On arthroscopy, the surface of the patellar articular cartilage is irregular and collagen fiber is exposed.

軟骨や、同じく線維の豊富な腱、靭帯などの Pulse sequence でも信号強度は極めて低い。このコントラストにより膝蓋関節軟骨は良好に描出できる¹²⁾⁻¹⁷⁾。

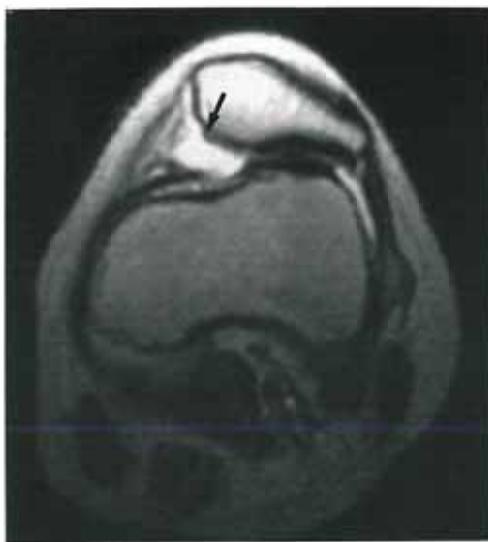
膝蓋骨亜脱臼の場合、もともと膝蓋大腿関節の Alignment が悪く、特に軟骨の外側が厚くなっていることが多い。これは、軟骨の基質 (Ground substance) に変性が起こった状態と考えられてい



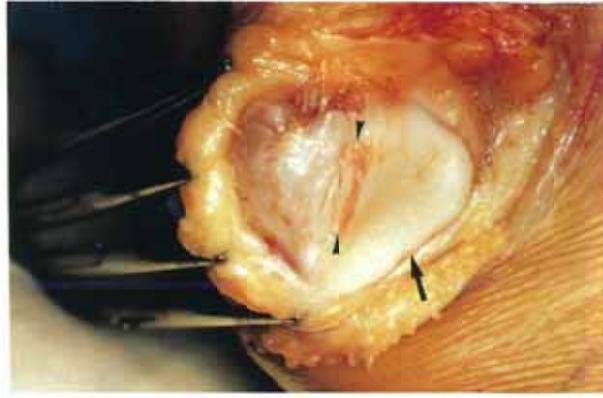
a



b



c



d

Fig. 5 Case #12: 13-years-old female with thinning and surface irregularity in the left patellar articular cartilage.

- a. T1 weighted image (SE 400/19). The patellar articular cartilage is unclear. Low intensity area behind the central ridge (arrow) is recognized.
- b. FLASH (320/15, FA 90°). The lateral portion of the patellar articular cartilage (white arrow) is almost normal but medial portion (white arrowhead) is shown as thin and irregular.
- c. T2 weighted image (SE 2,000/70). The region which is shown as low intensity on T1 weighted image, and is shown as high intensity on T2 weighted image, is suspected as joint fluid collection.
- d. At surgery, the lateral portion (arrow) of the patellar articular cartilage reveals almost normal but many fragmentations are observed from its central ridge to medial portion (arrowhead).

る。つまりムコ多糖類が変性し水分を多く含むようになり軟骨の中を垂直に走る膠原線維間の結合が疎になる。これが軟化、膨化と呼ばれる段階である¹⁰⁾¹¹⁾。この時点では関節鏡で軟骨表面に亀裂が見られることもあるが、全く表面に変化の見られないこともある。この場合でも、関節鏡下で Probe にて軟骨表面を圧迫すると、容易に「へこみ」を生じ膨化と診断しうるとされている（関節鏡所見 Grade 1）。MRI では軟骨内部の信号強度が不均一になりムコ多糖類が変性して水分を多く含んだ部分は T1 強調画像で低信号になることが予想された¹²⁾。この状態を検出することが出来れば最も望ましいが、今回の検討では軟骨は厚い症例もあったが、正常と区別のつかないものもあった。また、軟骨が厚いことはわかつても微細な内部の病的変化までは捉えることが出来なかった。従って厚い軟骨を見ても、もともと厚いのか軟化

膨化の段階で厚いのかを正確に評価することは出来なかった。これを正確に評価するには FOV を下げる、積算回数を増やすなどの対策が必要である。元来、膝蓋大腿関節の Alignment の悪い膝関節に、膝崩れや脱臼等の外傷機転が加わると軟骨表面に微細な亀裂が入る。これを繰り返すと亀裂が次第に深くなり表面が不整になる。これが関節鏡所見の Grade 2 Fragmentation の段階である。MRI はこの段階での軟骨の表面不整や菲薄化は 3 例全例で正確に捉えており関節鏡所見と一致した。

Pulse Sequenceについてみると SE 法の T1 強調画像で軟骨自体の同定が困難なことがあった。そのようなとき FLASH image FA 90° が軟骨部分の境界を正確に描出することができた。この原因は 2 つ考えられる。第 1 に円形の表面コイルが膝蓋骨のすぐ上に置かれていて SE 法では膝蓋骨

の骨髓内の脂肪の信号が非常に強く、直下の軟骨が描出しにくくなること、第2に軟骨後方に関節液が貯留している場合は、SE法T1強調画像では軟骨と関節液のコントラストがつきにくいことである。この点今回用いたFLASH image FA 90°では骨髓内の脂肪の信号強度が抑えられて撮像されるので、相対的に膝蓋軟骨を高信号に鮮明に描出することが出来る¹⁶⁾。また軟骨が相対的に高信号に描出されるのに対し、関節液は低信号であるため両者のコントラストが明瞭になる。一方FA 40°では軟骨が高信号になり過ぎて軟骨内の微細な変化が捉えられないことと、関節液も高信号となって、軟骨とのコントラストがつかないこと等からFLASH image FA 90°やSE法T1強調画像に比べ有用な画像は得られなかった。FA90°が軟骨の解剖学的同定には最適と考えるが軟骨の微妙な信号強度の不均一性をみるにはむしろT1強調画像が適していると思われる。従って軟骨病変を診断するにはT1強調画像、FLASH image FA90°の両方が必要であることを強調したい。またT2強調画像は関節液貯留を確認する時に有用であった¹⁷⁾。

結 語

1. MRIでは関節鏡を含めた従来の検査法ではわからなかつた軟骨の厚さを正確に知ることが出来る。

2. 今回用いた撮像法では軟骨の膨化や軟骨表面の微細な亀裂等の初期変化についてはMRIでこれを正確に描出するにはいたらなかつた。

3. 軟骨の膨化からさらに進行した変化すなわち菲薄、表面不整等についてはMRIで正確に描出することができた。

4. 用いた撮像法のうちT1強調画像とFLASH image FA 90°が軟骨病変を捉える上できわめて有効な撮像法であった。

文 献

- 1) Inoue M, Shino K, Hirose H, et al: Subluxation of the patella. J Bone and Joint Surg 70: 1331-1337, 1988
- 2) Hughston JC: Subluxation of the patella. J Bone and Joint Surg 50: 1003-1026, 1968
- 3) Aglietti P, Install JN, Cerulli G: Patellar pain and incongruence. Measurement of incongruence. Clin Orthop 176: 217-224, 1983
- 4) Install JN, Aglietti P, Tria AJ Jr: Patellar pain and incongruence. Clinical Application Clin Orthop 176: 225-232, 1983
- 5) Martinez S, Korobkin M, Fondren FB, et al: Diagnosis of patellofemoral malalignment by computed tomography. J Comput Assist Tomogr 7: 1050-1053, 1983
- 6) Laurin CA, Levesque HP, Dussault R, et al: The abnormal lateral patellofemoral angle. J Bone and Joint Surg 60: 55-60, 1978
- 7) Merchant AC, Mercer RL, Jacobson RH, et al: Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. J Bone and Joint Surg 56: 1391-1396, 1974
- 8) Boven F, Bellemans M-A, Geurts J, et al: A comparative study of the patello-femoral joint on axial roentgenogram, axial arthrogram, and computed tomography following arthrography. Skel Radiol 8: 179-181, 1982
- 9) Boven F, Bellemans M-A, Geurts J, et al: The value of computed tomography scanning in chondromalacia patellae. Skel Radiol 8: 183-185, 1982
- 10) Shariaree H: Chondromalacia. Contemp Orthop 11: 27-39, 1985
- 11) Bentley G, Dowd G: Current concept of etiology and treatment of chondromalacia patellae. Clin. Orthop 189: 209-228, 1984
- 12) Yulish BS, Montanez J, Goodfellow DB, et al: Chondromalacia patellae: Assessment with MR imaging. Radiology 164: 763-766, 1987
- 13) Reicher MA, Rauschning W, Gold RH, et al: High-resolution magnetic resonance imaging of the knee joint: Normal anatomy. AJR 145: 895-902, 1985
- 14) Reicher MA, Bassett LW, Gold RH: High resolution magnetic resonance imaging of the knee joint: Pathologic correlations. AJR 145: 903-909, 1985
- 15) Li KC, Henkelman RM, Poon PY, et al: MR imaging of the normal knee. J Comput assist tomog 8(6): 1147-1154, 1984
- 16) Konig H, Sauter R, Deimling M, et al: Cartilage disorders: Comparison of Spin-Echo, CHESS, and FLASH sequence MR imaging. Radiology 164: 753-758, 1987
- 17) Beltran J, Noto AM, Herman LJ, et al: Joint effusions: MR imaging. Radiology 158: 133-137, 1986