
Modelo educativo en red para desarrollo de habilidades en artroscopia

De los Ríos G. Adolfo*; Devia M. Napoleón**,

* Clínica de la Rodilla Ltda. Cali. Instituto de Enfermedades Osteoarticulares del Centro Médico Imbanaco. Cali - Colombia. Universidad del Valle. Clínica de Rodilla del Hospital Universitario del Valle. clinicadelarodilla@latinmail.com - clinireuma@imbanaco.com.co. - adleon@uniweb.net.co

** PyCyL Corporation, 1953 Pine Court, Hellertown USA, nad3@lehigh.edu

Resumen

Introducción: La falta de suficiente práctica en técnicas quirúrgicas durante el periodo de aprendizaje es la mayor barrera que frena a los ortopedistas para lograr rápidamente la excelencia en artroscopia.

Objetivos: Establecer un modelo educativo que suministre suficiente experiencia práctica en una amplia variedad de técnicas artroscópicas durante el aprendizaje.

Metodología: Un grupo de residentes en ortopedia y ortopedistas en práctica utilizando modelos animales seleccionados, fueron guiados por un artroscopista experimentado a través de 4 módulos de prácticas, basadas en necesidades y estructuradas en unidades interactivas. Se utilizaron cuestionarios de evaluación formativa, exámenes de conocimientos, registro de observaciones, y entrevistas para recolectar datos.

Resultados: La versión inicial del modelo educativo dió resultados muy satisfactorios. Se obtuvieron planes personalizados integrando métodos de educación directos y auto-dirigido. El uso de modelos porcino y bovino para artroscopia de rodilla contribuyó significativamente al rápido desarrollo inicial de destrezas motoras y habilidades artroscópicas. Se obtuvieron protocolos quirúrgicos para practicas realistas en técnicas usadas frecuentemente tales como reconstrucciones de ligamentos, suturas y transplante meniscales.

Conclusión: Las primeras experiencias del modelo educativo son muy promisorias para el rápido desarrollo de habilidad artroscópica. El modelo permite aprovechar las ventajas de la articulación de rodilla en modelos porcino y bovino para complementar el actual sistema educativo de artroscopia. Más experimentación con el modelo podría resultar en conocimientos muy útiles para la enseñanza de la práctica ortopédica.

Palabras Claves: Modelo animal, Educación Medica Continuada, artroscopia rodilla.

Abstract

Educational model to develop arthroscopy skills

Introduction: The lack of adequate practical experience during the learning period is the main barrier slowing down orthopedists' acquisition of arthroscopic skills.

Objectives: to establish an educational model that enables the use of animal models in order to provide sufficient practical experience to facilitate the mastering of a wide variety of arthroscopic techniques during the learning period.

Methodology: Practice-linked knowledge of arthroscopy and educational criteria were used to select educational methods and animal models and to integrate them into an educational model that increases surgical practice time during the learning period. Experienced arthroscopists using selected animal models guided a group of residents and specialists in orthopedics through 4 practical, needs-based modules, structured into interactive learning experiences. Evaluation questionnaires, pre- and post- practice knowledge tests, observation logs, interviews and a focus group were used to collect data on outcomes.

Results: Initial experiences with the interactive education model are highly promising. The expert integration of direct and self-directed methods into personal educational plans based on interactively assessed needs and preferences resulted in a highly satisfied group of participants. The porcine and bovine models have many practical advantages that made a significant contribution to jump-start basic arthroscopic skills. Animal models enabled the acquisition of realistic experiences in a variety of basic arthroscopic procedures including ligament reconstructions, meniscal sutures, meniscal transplants, and intra-articular treatments.

Conclusion: Early experiences with the proposed educative model are highly promising for overcoming the current barrier to faster development of arthroscopic skills. The knee joints of porcine and bovine models have many advantages if they are used as a complement to the supportive framework of interactive modern educational methods in arthroscopy. Maximum benefit can be obtained if arthroscopic practice is based on solid foundations in anatomy, semiology and pathology and supported by operating protocols designed and customized by experienced arthroscopists. Further experimentation will yield more useful information and educational materials for continuing medical education in arthroscopy.

Keywords: Continuing Medical Education, Knee arthroscopy; animal models.

Introducción

Las múltiples ventajas de la naturaleza mínimamente invasiva de la artroscopia continúan impulsando su rápida expansión. La artroscopia es uno de los mejores ejemplos de la gran tendencia en cirugía hacia procedimientos quirúrgicos con mínimas molestias para el paciente, cortos periodos de recuperación y bajo costo total de tratamiento. Las ventajas para los pacientes son la mejor estética de cicatrices pequeñas, mínimo dolor y molestia postoperatoria, y rápido regreso a sus actividades deportivas y cotidianas. Los beneficios para los cirujanos incluyen una alta satisfacción derivada del dar a sus pacientes la mejor calidad de tratamiento existente, un reducido estrés por baja tasa de complicaciones, y mejores reconocimientos a su labor.

Aunque no se tiene conocimiento de cifras globales exactas datos en algunos estudios señalan que hasta un 30% de todos los procedimientos quirúrgicos en ortopedia se realizan artroscópicamente.^[1] Se estima que el uso quirúrgico de artroscopia continuara expandiéndose en el futuro previsible.

Los continuos avances de la artroscopia en la práctica médica y quirúrgica, combinados con una amplia aceptación del público continúan estimulando la demanda de ortopedistas competentes en artroscopia. El rápido ritmo de dicha expansión requiere de los ortopedistas una participación continua en programas educativos de alta calidad y simultánea utilización de otras estrategias de actualización. Una alta calidad en este contexto significa que los programas deben proveer al ortopedista no solo los indispensables conocimientos teóricos sino también suficiente práctica en una variedad de técnicas artroscópicas contribuyendo así a eliminar enfoques quirúrgicos imprecisos, manipulaciones burdas e improvisación en métodos.^[2]

La artroscopia requiere práctica para aprender y dedicación para lograr su dominio. Debido a espacios quirúrgicos reducidos y a interacción indirecta con tejidos a través de instrumentos de precisión, la artroscopia al igual que la mayoría de técnicas endoscopias y laparoscopias- requiere destrezas manuales y habilidades motrices finas que son diferentes a las encontradas en cirugía abierta.^[3-5] Puesto que el espacio quirúrgico es solamente visible en pantalla, los artroscopistas requieren desarrollar coordinación video-visual-manual que les permitan maniobrar en medio de tejidos lesionados, fibras y fluidos, y finalizar la intervención

antes que aparezca edema en los tejidos. La artroscopia requiere por tanto de una habilidad específica que solo puede adquirirse a través de la práctica y dominarse a través de dedicación y guía experta.

Aprovechar las ventajas de la rodilla para desarrollar habilidades artroscópicas es también el mejor camino para mantener en un mínimo el número de complicaciones,^[6-7] lo cual es por excelencia la característica de la artroscopia bien realizada. Sin embargo la carencia durante el aprendizaje de suficiente práctica, de conocimientos básicos o de instrumentación esencial puede incrementar significativamente el riesgo de complicaciones durante la práctica quirúrgica tales como la ruptura de instrumentos,^[8] pérdida de fragmentos meniscales, o extravasación de líquidos en el espacio intrarticular así como también el riesgo de complicaciones postoperatorias tales como infección, tromboflebitis, hemartrosis, y cicatrices dolorosas.

Los métodos educativos empleados en ambos enfoques tradicionales de residencia y de educación continuada, aunque valiosos en muchos aspectos parecen inadecuados en brindar al ortopedista suficiente tiempo de práctica a costos razonables.^[9] Como consecuencia se menciona usualmente que se requieren diez años o más para lograr la excelencia en artroscopia.^[4] Los especialistas necesitan en la práctica métodos mucho más rápidos para aprender artroscopia.

Los ambientes clínicos tales como el quirófano son los ambientes realistas por excelencia pero tienen grandes limitaciones como ambiente ideal para el aprendizaje inicial. Los procedimientos artroscópicos son rápidos comparados con la artrotomía, por ejemplo sólo pocas artroscopias tardan mas de 60 minutos lo cual limita el tiempo de aprendizaje. Consideraciones de responsabilidad médica limitan a especialistas durante la práctica privada para permitir a ortopedistas no experimentados operar en sus pacientes. Ello reduce el aprendizaje al papel de observador limitando aun mas la oportunidad de aprendizaje práctico durante la experiencia. Adicionalmente la instrucción en quirófano limita el contenido de aprendizaje al caso específico del paciente de turno, y resulta en niveles de competencia adquirida muy variables y subjetivos.

Para suministrar la práctica requerida para un completo dominio de las técnicas quirúrgicas se han propuesto varios modelos físicos y virtuales. Articulaciones de cadáver y de

animales vivos o sacrificados con tal propósito ofrecen cada uno a su manera un ambiente de aprendizaje muy “cercano a la realidad.” Desafortunadamente, estos modelos son costosos, presentan inconvenientes y son éticamente cuestionables.^[9] Para poder ser ofrecidos a costos razonables estos cursos suministran alguna experiencia práctica pero no la suficiente para satisfacer completamente las necesidades del futuro artroscopista. La limitación en la cantidad de práctica surge de dificultades logísticas para el manejo de estos modelos y del requerimiento de una supervisión constante y presencial continua de anatomistas y artroscopistas experimentados.^[1]

La artroscopia a diferencia de otras técnicas quirúrgicas, se presta para ser aprendida en modelos artificiales. Teóricamente los más avanzados en esta categoría utilizan simuladores por computador que incluyen interfaces sensoriales para simular de la manera más realista posible las sensaciones obtenidas cuando se opera en rodilla humana ^[11-14]. Teóricamente, ellos permitirían a futuros artroscopistas practicar tanto como sea necesario para adquirir la habilidad y dominar los procedimientos quirúrgicos hasta el nivel de competencia requerido para operar pacientes. Muchos recursos se están dedicando a implementar este enfoque por ser altamente promisorio, pero aún los más simples están insuficientemente desarrollados para ser completamente satisfactorios y efectivos en costos.

La importancia de mejorar la calidad asistencial a pacientes amerita considerar seriamente el uso de modelos animales. Aunque los modelos animales se utilizan extensamente en investigaciones^[15,16] y demostraciones de nuevos procedimientos quirúrgicos^[17] y para la enseñanza en otras especialidades,^[18] existen muy pocas referencias a su uso como modelos en educación artroscópica.^[19-20] Los modelos animales brindan un espacio quirúrgico realista, económico, fácil de obtener, conveniente de almacenar, transportar o usar y simulan bastante bien las características estructurales de la rodilla humana en términos de tamaño, forma y propiedades de tejidos.^[15-21]

Existen sin embargo varias trampas al buen uso de modelos animales que pueden atraer al ortopedista desprevenido y por tanto requieren especial atención. Ellas se derivan principalmente de las ideas erróneas que la excelencia en artroscopia puede ser alcanzada sin un sólido conocimiento de fundamentos quirúrgicos o sin considera-

ciones éticas^[22] Por ello el uso de modelos animales debe complementar y no sustituir la participación en los programas de educación continuada de alta calidad. El desarrollo de habilidad artroscópica debe ser intensificado, pero no es un sustituto para instrumental inadecuado o para el mejor conocimiento en anatomía, semiología y patología si el artroscopista va a estar bien preparado para evitar complicaciones de la cirugía artroscópica. Los ortopedistas excelentes diferencian también que la artroscopia no elimina las buenas prácticas y muy por el contrario la artroscopia debe estar precedida de un completo examen físico del paciente, de un estudio cuidadoso de la historia clínica, los estudios radiográficos y la resonancia magnética nuclear en los casos indicados. Esta es particularmente importante en situaciones especiales tales como pacientes de edad en los cuales se sospecha la presencia de osteonecrosis.^[23,24]

Más oportunidades de práctica son necesarias pero no sin la adecuada formación ética que precluye el uso equivocado o abuso de la artroscopia. La excelencia en la artroscopia no se logra sin entender que la cirugía artroscópica es una técnica quirúrgica valiosa por su aplicación en numerosos casos específicos, pero que es importante evitar su abuso hacia condiciones donde su utilidad es nula o muy limitada. Existen patologías tales como lesiones extrarticulares, lesión del cruzado posterior^[25] o lesión de la esquina posterolateral^[26-27] donde el diagnóstico artroscópico es difícil y por tanto su diagnóstico es eminentemente clínico.

Los ortopedistas son cada vez más conscientes de su deseo y responsabilidad de brindar al paciente el mejor tratamiento posible, y anhelan incorporar los principios, técnicas y habilidades artroscópicas a su portafolio de tratamientos. Es por ello importante disponer de un modelo educativo fácilmente asequible a ortopedistas interesados que les permita adquirir rápidamente las destrezas quirúrgicas básicas y progresivamente los habilite para enfrentar retos cada vez mayores en artroscopia hasta lograr la excelencia en resolver situaciones de pacientes. El fin último es eliminar las consecuencias negativas que las iatrogenias y procedimientos innecesarios causan en el paciente, el médico y el sistema de salud.

1. El reducido espacio en ortopedia artroscópica requiere del cirujano habilidades diferentes a la cirugía ortopédica tradicional.

2. La responsabilidad médica durante la práctica privada impide que cirujanos expertos permitan a educandos la manipulación directa de instrumentos artroscópicos en pacientes.
3. Existen dificultades logísticas y escasez de recursos para realizar suficiente practica en cadáveres.
4. Existe preocupación creciente en la comunidad médica por la percepción de una alta tasa de complicaciones quizá derivados de procedimientos realizados por personal insuficientemente preparado. Ello no solamente causa molestias innecesarias para el paciente y mayores costos a los sistemas de salud sino que coloca en riesgo la reputación personal del medico y de la profesión ante la sociedad. Si no se remedia a tiempo, esta situación invita a potenciales juicios legales^[6,27] que consumen mayor tiempo y recursos al profesional y a la comunidad que los que se han debido invertir en su debida formación.
5. Es posible mejorar la calidad de atención a gran cantidad de pacientes con patologías tratables en áreas alejadas de grandes centros urbanos si se facilita el acceso a una preparación y equipos adecuados.
6. La gran demanda existente ofrece una oportunidad de satisfacción personal, prestigio profesional y compensación significativa a los ortopedistas motivados a lograr la excelencia con un adecuado entrenamiento en artroscopia⁽²⁾ El deber cumplido de brindar un mejor servicio a los pacientes, continuará la tradición de impulsar cada vez mas hacia una mejor comunidad medica y mejores relaciones en nuestra sociedad.

Los recientes avances en conocimientos de como aprende el ser humano, de la dinámica de redes interactivas y las recomendaciones de estudios para educación medica^[28-34] fueron las fuentes para guiar teóricamente la integración del programa educativo deseado.

Basados en la teoría constructivita del aprendizaje se concibió el modelo educativo como un programa interactivo en etapas múltiples facilitado por guías expertos. Se intentó estructurar el contexto y la interacción de tal forma que se incrementase continuamente su efectividad, medida a través de evaluaciones formativas en términos objetivos y auto-observables cuando son posibles. Se intentó personalizar contenidos basados en una apreciación subjetiva de las fortalezas, necesidades y estilos de aprendizaje en cada caso siguiendo lineamientos de las técnicas utilizadas para este propósito.

Basados en la teoría de redes interactivas dinámicas, se expandió el papel del especialista hacia un papel ágil para variar sus intervenciones en todo el rango desde instrucción a facilitador de acuerdo en cada caso con las características del ortopedista, los contenidos y el contexto. Se intentó dar al contenido una estructura modular en red que permite su acceso y dominio por múltiples rutas de acuerdo a las preferencias y necesidades de cada ortopedista. Igualmente el contexto se estructuró facilitando y estimulando la formación de redes interactivas entre los participantes durante el aprendizaje. Quizá la contribución mas importante de la nueva ciencia de redes dinámicas interactivas es la visión de que no es necesario ni conveniente rechazar lo bueno que existe en algunos métodos tradicionales para abrazar lo bueno de los métodos modernos sino integrarlos adecuadamente conectando recursos en red para ser utilizados cuando se necesiten en la creación de interacciones valiosas.

Basados en las conclusiones de los estudios de educación médica continuada^[30-35] se seleccionaron y admitieron al programa ortopedistas que tenían clara su necesidad de aprendizaje y podían contribuir identificando algunos elementos de contenido en contexto en sus necesidades. Adicionalmente, se escogieron contenidos como respuesta a las más sentidas necesidades de actualización que emergen de casos frecuentes en la práctica médica de ortopedistas, se prepararon como base para planes educativos personalizados^[36] y de acuerdo a la posibilidad de implementar aprendizaje auto-dirigido.^[34-37] Se intentó estructurar un contexto de soporte basado en la interacción entre colegas, la lectura de artículos publicados en revistas científicas especializadas de preferencia basados en evidencias, y haciendo un uso creativo pero aún exploratorio de los recursos de comunicación y oportunidades fácilmente accesible a la comunidad de aprendizaje.

Material y metodos

Se utilizó un conjunto de criterios prácticos y anatómicos para seleccionar modelos animales que pudiesen ser ampliamente empleados. Se formularon instrucciones simples para obtener segmentos largos de huesos próximos a la articulación de la rodilla y preservar intacta la cápsula articular durante el corte de los modelos animales. Las secciones que contenían fueron preparadas y montadas en una prensa de mesa para permitir una mejor manipulación du-

rante las prácticas. Aunque se encontró que los modelos bovino y porcino son los mejores para el propósito del estudio, se enfatizó en las prácticas aquí reportadas el modelo porcino debido a que se deseaba adicionalmente explorar si su reducido espacio operativo, permitiría graduar el reto quirúrgico a la habilidad desarrollada por el artroscopista en cada etapa.

En total quince articulaciones de rodilla del modelo porcino fueron preparadas y utilizadas en varios periodos pero todas ellas dentro de las 24 horas siguientes al sacrificio. Debido al relativo alto uso de recursos en educación personalizada, se escogió trabajar inicialmente con un pequeño grupo de ortopedistas para enfocar la atención a aspectos importantes de la interacción educativa. Dos residentes en ortopedia y dos ortopedistas en práctica interactuaron con un experto artroscopista para establecer la intención de las experiencias, evaluar las necesidades iniciales de aprendizaje, y seleccionar los ocho procedimientos quirúrgicos que serían más útiles en su práctica ortopédica para llevar a cabo un programa educativo en tres módulos conteniendo ocho unidades. Los procedimientos seleccionados incluyeron desbridamiento anterior de rodilla, sacrificio de los ligamentos cruzados, menisectomía parcial, menisectomía total, reconstrucción de ligamento cruzado anterior con injerto hueso-tendón patellar-hueso, reconstrucción del ligamento cruzado posterior, sutura meniscal dentro fuera; sutura meniscal fuera dentro (suturas con puntos horizontales, suturas con puntos verticales) y trasplante meniscal.

La modalidad interactiva mezclando clínica, instrucción y práctica en grupos de dos ortopedistas fue adoptada durante los módulos iniciales y finales de los primeros procedimientos en cada unidad. Interacciones no presenciales apoyadas en material impreso se utilizaron para guiar episodios seleccionados de auto-aprendizaje, reflexión sobre la práctica así como también para facilitar en ocasiones discusiones en grupo y la formulación de sugerencias para mejorar materiales y métodos.

Se emplearon técnicas de investigación cualitativa tales como cuestionarios de evaluación, registros de observaciones, exámenes de conocimientos pre y post práctica sobre temas utilizados directamente en el programa, y entrevistas estructuradas para recolectar datos sobre la utilidad de los modelos animales y de los diferentes componentes del programa educativo.

Resultados

Tanto los especialistas como los residentes en artroscopia completaron el programa diseñado manteniendo un alto grado de interés y entusiasmo. Los ortopedistas consideraron las prácticas en modelos animales como un medio excelente para aprender y practicar las técnicas artroscópicas bajo el programa educativo seguido. Los participantes percibieron claramente los beneficios educativos del formato interactivo y de los planes personales de educación. Igualmente aceptaron fácilmente las evaluaciones formativas llevadas a cabo de manera interactiva como herramienta para establecer necesidades de aprendizaje, estructurar experiencias basadas en su práctica real y definir prerrequisitos y experiencias en modalidad auto-dirigida.

Un resultado importante es la primera organización tentativa de contenido y su distribución en materiales impresos, que pueden ser utilizados para explorar aún más formas de acelerar el desarrollo de habilidades en artroscopia. Dichos contenidos fueron organizados en forma modular, por unidades y buscando ser auto-suficientes para poder ser utilizados de manera ágil en futuras ocasiones de elaboración de Planes Personalizados de Educación. Se presenta a continuación un bosquejo de dicha organización para el programa educativo descrito anteriormente.

Discusión

El modelo educativo presentado constituye una exploración de las posibilidades y exigencias de aplicar nuevas ideas a la educación postgraduada en artroscopia. Los resultados en general concuerdan con los estudios en otras especialidades médicas que indican que experiencias educativas con contenidos que enfocan necesidades sentidas por los participantes en su práctica médica resultan en un alto grado de satisfacción. Aunque se reconoce que el tamaño de la muestra y la cantidad de experiencias en este estudio es insuficiente para sustentar conclusiones de amplio espectro en un campo tan extenso como la educación postgraduada, los resultados son valiosos para indicar una dirección de acción que amerita ser explorada en profundidad. Este estudio no permite aislar la contribución de cada uno de las características del método a los resultados, pero presenta indicaciones de la utilidad y los requerimientos de los nuevos enfoques en educación.

La organización de contenido y contextos en estructuras en red, modulares y personalizados demanda una gran cantidad de tiempo esfuerzo y recursos que quizá requieren nuevos métodos y enfoques de producción para ser económicamente efectivos aún en una área reducida como artroscopia. Nótese aquí el reducido número de participantes en este estudio deliberadamente escogido para poder concentrar este estudio en la exploración de educación personalizada ya que el esfuerzo y los recursos necesarios crecen exponencialmente con el número de participantes.

Uno de los resultados más valiosos podría ser en opinión de los autores el contribuir a poner en buen uso recursos que actualmente están subutilizados y los cuales podrían mejorar la calidad de la educación de ortopedistas. El modelo educativo puede ayudar a instituciones de salud que cuentan con instrumental adecuado pero que carecen de los recursos sustanciales requeridos para educar ortopedistas en centros de excelencia siguiendo el método tradicional de residencia. La integración en red aquí es la clave. Tener instrumentación sin personal debidamente preparado es tan inútil como educar sin tener el instrumental apropiado. Obsérvese que la integración es valiosa en ambos sentidos. Especialmente al iniciar la educación de un futuro artroscopista, un excelente equipo de artroscopia no reemplaza la falta de habilidad, conocimientos o guías así como tampoco es aceptable enseñar procedimientos quirúrgicos con equipos en mal estado y/o con instrumental incompleto.

De manera similar los resultados brindan soporte a la idea que los modelos animales constituyen un recurso de práctica excelente para el desarrollo de habilidades artroscópicas dentro de un programa educacional que combine elementos educativos modernos. Tomados en su conjunto, los modelos animales porcino y bovino ofrecen un rango de variación en el tamaño de la cápsula articular similar al rango de variaciones de tamaño que se presentan en la práctica clínica de diferentes articulaciones. El utilizar diferencias anatómicas y de tamaño articular entre los modelos animales para adecuar el nivel de reto al de habilidad del artroscopista parece facilitar el logro progresivo y rápido de habilidad en los procedimientos. El modelo porcino debido a su menor tamaño es apropiado para simular las condiciones que presentan un mayor reto y que pueden potencialmente encontrarse en artroscopia.

Las técnicas presentadas pueden ser utilizadas por el ortopedista para complementar su preparación con episodios y

evaluaciones auto-formativas. Las técnicas descritas son por ejemplo un excelente preámbulo a cursos en cadáveres, y preparan al futuro artroscopista para beneficiarse mucho más de ellos. Adicionalmente se observa que la práctica crea hábitos pero no hace necesariamente al maestro. La práctica hecha en forma correcta crea maestros, crea la excelencia. Por ello, es importante resaltar que el valor de las técnicas descritas y especialmente de los procedimientos suministrados en el presente artículo sólo se logra si se visita periódicamente un centro de excelencia que ofrezca al futuro ortopedista la guía especializada requerida para familiarizarse con los procedimientos correctos, y proveer un grupo de estudio y soporte para intercambiar conocimientos y experiencias.

Utilizando métodos educativos apropiados dentro del contexto descrito, los modelos animales son un complemento excelente al actual sistema educativo para desarrollar rápidamente a un menor costo y riesgo para los participantes del sistema de salud las habilidades quirúrgicas de los futuros artroscopistas.

Bibliografía

- 1 Grechenig W, Fellingner M, Fankhauser F, Weiglein AH., The Graz learning and training model for arthroscopic surgery. *Surg Radiol Anat.* 21(5):347-50. 1999. PMID: 10635100
- 2 Milankov M, Jovanovic A, Milicic A, Savic D, Stankovic M, Kecojevic V, Vukosav B., Arthroscopy of the knee-surgery without complications, *Med Pregl.*, 53(3-4):187-92, Mar-Apr 2000. PMID: 10965687
- 3 Perkins N, Starkes JL, Lee TD, Hutchison C., Learning to use minimal access surgical instruments and 2-dimensional remote visual feedback: how difficult is the task for novices? *Adv Health Sci Educ Theory Pract.*;7(2):117-31, 2002. PMID: 12075144
- 4 Barrett DS, Green RG, Copeland SA., Arthroscopic and endoscopic skills: a method of assessment., *Ann R Coll Surg Engl.*;73(2):100-4, Mar 1991. PMID: 2018311
- 5 Hasson HM. Endoscopic surgery, cost effectiveness, and the quality of life. *J Am Assoc Gynecol Laparosc.* 2(2):115-21, Feb 1995. PMID: 9050543
- 6 Kim TK, Savino RM, McFarland EG. Neurovascular complications of knee arthroscopy. *Am J Sports Med.* 30(4):619-29, Jul-Aug 2002. PMID: 12130419
- 7 Kieser C. A review of the complications of arthroscopic knee surgery. *Arthroscopy.* 8(1):79-83, 1992. PMID: 1550654
- 8 Milankov M, Savic D, Miljkovic N. Broken blade in the knee: A complication of arthroscopic meniscectomy. *Arthroscopy.*;18(1):E4. Jan 2002. PMID: 11774157
- 9 McCarthy AD, Hollands RJ. A commercially viable virtual reality knee arthroscopy training system. *Stud Health Technol Inform.*;50:302-8, 1998. PMID: 10180558

- 10 Rodrigues C., Laboratorio Docente para Entrenamiento Artroscopico. *Educ Med Super.* 17(3) Jul 2003.
- 11 Mabrey JD, Gillogly SD, Kasser JR, Sweeney HJ, Zarins B, Mevis H, Garrett WE Jr, Poss R, Cannon WD. Virtual reality simulation of arthroscopy of the knee. *Arthroscopy.* 18(6):E28. Jul-Aug 2002. PMID: 12098110
- 12 Riener R, Hoogen J, Burgkart R, Buss M, Schmidt G. Development of a multi-modal virtual human knee joint for education and training in orthopaedics. *Stud Health Technol Inform.*81:410-6, 2001. PMID: 11317781
- 13 Sherman KP, Ward JW, Wills DP, Mohsen AM. A portable virtual environment knee arthroscopy training system with objective scoring. *Stud Health Technol Inform.*62:335-6, 1999. PMID: 10538382
- 14 Dario P, Carrozza MC, Marcacci M, D'Attanasio S, Magnani B, Tonet O, Megali G. A novel mechatronic tool for computer-assisted arthroscopy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.*4(1):15-29. Mar 2000 PMID: 10761770
- 15 Xerogeanes JW, Fox RJ, Takeda Y, Kim HS, Ishibashi Y, Carlin GJ, Woo SL. A functional comparison of animal anterior cruciate ligament models to the human anterior cruciate ligament. *Ann Biomed Eng.* 26(3):345-5 May-Jun 1998 PMID: 9570217
- 16 Bryan JM, Bach BR Jr, Bush-Joseph CA, Fisher IM, Hsu KY. Comparison of «inside-out» and «outside-in» interference screw fixation for anterior cruciate ligament surgery in a bovine knee. *Arthroscopy.* 12(1):76-8 Feb 1996 PMID: 8838733
- 17 Sourlas J, Magnissales E.A., Plesas S. Papachristou G. An Innovative Surgical-Plasty Technique for the Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament, *German Medical Science.*. Doc 03dgu03-6, 2003.
- 18 Gormley DE. Use Of Live Pigs In Postgraduate Surgical Training. *J Dermatol Surg Oncol.* Jul;15(7):734-6, 1989. PMID: 2324374
- 19 Voto SJ, Clark RN, Zuelzer WA. Arthroscopic training using pig knee joints. *Clin Orthop.* (226):134- Jan 1988 PMID: 3335089
- 20 Kaduk WM, Metelmann HR, Gundlach KK. Development, standardisation and evaluation of a model for arthroscopic surgery of the joint. An experimental study in pigs *Mund Kiefer Gesichtschir.* 7(4):235-4 Epub 2003 Jul 0 Jul 2003 PMID: 12961074
- 21 Paschal SO, Seemann MD, Ashman RB, Allard RN, Montgomery JB. Interference fixation versus postfixation of bone-patellar tendon-bone grafts for anterior cruciate ligament reconstruction. A biomechanical comparative study in porcine knees. *Clin Orthop.* (300):281- Mar 1994 PMID: 8131350
- 22 Committee on Ethics and Standards and the Board of Directors of the Arthroscopy Association of North America. Suggested guidelines for the practice of arthroscopic surgery. *Arthroscopy.* 19(6):A2 Jul-Aug 2003 PMID: 12861213
- 23 McGinty JB, Johnson LL, Jackson RW, McBryde AM, Goodfellow JW. Uses and abuses of arthroscopy: a symposium. *J Bone Joint Surg Am.* 74(10):1563-7 Dec 1992 PMID: 1469020
- 24 Noble J. Unnecessary arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br.* 74(6):797- Nov 1992 PMID: 1447235
- 25 Fanelli GC, Giannotti BF, Edson CJ. The posterior cruciate ligament arthroscopic evaluation and treatment. *Arthroscopy.* 10(6):673-8 Dec 1994 PMID: 7880360
- 26 Davies H, Unwin A, Aichroth P. The posterolateral corner of the knee. Anatomy, biomechanics and management of injuries. *Injury.* 35(1):68-7 Jan 2004 PMID: 14728958
- 27 LaPrade RF, Wentorf F. Diagnosis and treatment of posterolateral knee injuries. *Clin Orthop.* (402):110-2 Sep 2002 PMID: 12218476
- 28 Pedraza Celso. Transición de novato a experto en el aprendizaje de la ortopedia. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Vol. 15 No.3 Diciembre del 2001
- 29 Pinzon Rojas Jose Manuel :ARTROSCOPIA CIENCIA Y ARTE. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología Vol. 13 numero 2 agosto de 1999.
- 30 Abrahamson S, Baron J, Elstein AS, Hammond WP, Holzman GB, Marlow B, Taggart MS, Schulkin J. Continuing medical education for life: eight principles. *Acad Med.* 74(12):1288-9 Dec 1999 PMID: 10619003
- 31 Rogers DA, Elstein AS, Bordage G. Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery. *Ann Surg.* 233(2):159-6 Feb 2001 PMID: 11176120
- 32 Rogers DA. Ethical and educational considerations in minimally invasive surgery training for practicing surgeons. *Semin Laparosc Surg.* 9(4):206-1 Dec 2002 PMID: 12522777
- 33 Slotnick HB. How doctors learn: the role of clinical problems across the medical school-to-practice continuum. *Acad Med.* 71(1):28-3 Jan 1996 PMID: 8540958
- 34 Slotnick HB. How doctors learn: physicians' self-directed learning episodes. *Acad Med.* 74(10):1106-1 Oct 1999 PMID: 10536633
- 35 Manning PR, Clintworth WA, Sinopoli LM, Taylor JP, Krochak PC, Gilman NJ, Denson TA, Stufflebeam DL, Knowles MS. A method of self-directed learning in continuing medical education with implications for recertification. *Ann Intern Med.* 107(6):909-1 Dec 1987 PMID: 3688682
- 36 Evans A, Ali S, Singleton C, Nolan P, Bahrami J. The effectiveness of personal education plans in continuing professional development: an evaluation. *Med Teach.* 24(1):79-8 Jan 2002 PMID: 12098463
- 37 Marmar E, Charles P. Promoting self-directed learning for continuing medical education. *Med Teach.* 25(2):188-9 Mar 2003 PMID: 12745529