



Bases para la construcción de un Sistema Tutor Inteligente para el aprendizaje de la citología cervico-vaginal

Javier ESQUIVIAS*, M.Mar SERRANO*, José ALONSO*, Manuel Parra Royon**, Carmen Nieves LOPEZ***, Carmen PRIETO*, Margarita MERINO*, Jose Manuel BENITEZ****, Carmen HERRERA*****

* Hospital Clínico "San Cecilio"-GRANADA ESPAÑA

** Escuela Superior de Ingeniería Informática-Granada ESPAÑA

*** IES "AYDANAMAR" ESPAÑA

**** ETS INFORMATICA-GRANADA ESPAÑA

***** Hospital "Virgen de las Nieves" ESPAÑA

Resumen

INTRODUCCION: El aprendizaje del diagnóstico citológico requiere además de unos conocimientos teóricos, un largo proceso de entrenamiento en la interpretación de preparaciones. Este entrenamiento necesita de un tutor experimentado que trabaje con el alumno ante el microscopio para enseñarle la clasificación de diagnósticos y los rasgos fundamentales de cada uno de ellos. La presión asistencial limita el tiempo disponible para enseñar y aprender destrezas básicas en citopatología, por lo que serían de utilidad nuevos métodos de aprendizaje.

OBJETIVOS: Se pretende construir un Sistema Experto que obligue a seleccionar patrones citológicos que tengan valor diagnóstico, destinado a incrementar la destreza perceptiva, realizar un entrenamiento en la búsqueda de rasgos característicos y facilitar la tarea de unir estos datos en la elaboración de un diagnóstico

MATERIAL Y METODOS: Se elabora una base de datos que está constituida por los diagnósticos de Bethesda y por rasgos citológicos que se extraen de la bibliografía pertinente y de la opinión de citólogos con experiencia.

A cada rasgo se le da un peso en función de cada uno de los diagnósticos contemplados.

RESULTADOS: Se ha constituido una base de datos que consta de 18 diagnósticos y 153 rasgos. Los rasgos se han agrupado en distintas categorías (celulares, características de microorganismos, agrupación celular y fondo de la preparación). La base de datos consta de 2754 rasgos.

DISCUSIÓN: La base para la construcción de un sistema tutor inteligente es la extracción de conocimientos, que en este caso se materializa en la definición de rasgos para cada uno de los conceptos a aprender en el campo de la citología cervicovaginal. Se reflexiona sobre los "rasgos" relevantes para cada diagnóstico y el tratamiento de la "incertidumbre" que se incorpora al Sistema mediante el peso que cada rasgo determina a cada diagnóstico, y que se expresa por los coeficientes dados.

Introducción

El aprendizaje del diagnóstico citológico requiere además de unos conocimientos teóricos, un largo proceso de entrenamiento en la interpretación de preparaciones. Este entrenamiento necesita de un tutor experimentado que trabaje con el alumno ante el microscopio para enseñarle la clasificación de diagnósticos y los rasgos citológicos fundamentales de cada uno de ellos. La presión asistencial limita el tiempo disponible para enseñar y aprender destrezas básicas en citopatología, por lo que son de utilidad nuevos métodos de aprendizaje.

El método de aprendizaje en el que el conocimiento se representa de forma muy similar a aquel en el que el conocimiento se almacena y recupera en la mente humana, es el método de los mapas conceptuales. Es un método ideal para el aprendizaje visual, activo y colaborativo.

Los mapas conceptuales tienen su origen en los trabajos que Novak (5) realizó a partir de la teoría del aprendizaje significativo, son un medio de visualizar conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos. Según Skemp (6-7), son un tipo particular de esquema donde se representa un orden parcial entre los conceptos según su importancia para adquirir otros y útil en planificación de secuencias instruccionales y en diagnóstico.

Los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de lo aprendido y en un sistema experto representan de forma jerarquizada los conceptos y permiten que se produzca un aprendizaje significativo más fácilmente.

OBJETIVOS: Se pretende construir un sistema experto en citopatología que facilite el aprendizaje de los rasgos citológicos característicos, incremente la destreza perceptiva y facilite la tarea de integrarlos en la elaboración de un diagnóstico. En esta primera aproximación se enfatiza en la extracción del conocimiento y su organización.

Material y Métodos

El primer paso para la construcción de este sistema experto supone estructurar el conocimiento a partir de la evaluación de cada uno de los rasgos citológicos conocidos que integran un diagnóstico, esto lo realizamos mediante la lectura crítica de textos científicos (1-4) y la opinión de un grupo de expertos citólogos.

El segundo paso consistiría en la integración de los rasgos citológicos de una manera jerarquizada hasta llegar a un diagnóstico basándonos en un modelo de aprendizaje: el mapa conceptual.

Una vez construidos los mapas conceptuales se otorga a cada uno de los rasgos citológicos un peso específico para cada uno de los diagnósticos de tal manera, que al integrarse los rasgos se obtenga una determinada probabilidad de que existiendo esos rasgos se llegue a ese diagnóstico.

Hasta el momento nuestro trabajo ha consistido en extraer el conocimiento (rasgos citológicos para cada diagnóstico) y organizarlo en forma de mapas conceptuales que posteriormente servirán para crear la base de conocimiento del sistema experto.

Resultados

Así conseguimos una base de datos compuesta por 18 diagnósticos, basados en la Clasificación de Bethesda de 2001 (1), y 126 rasgos diagnósticos que se han seleccionado a partir de la bibliografía consultada y tras debate entre los autores, agrupados de la siguiente manera: C: rasgos celulares; M: rasgos referentes a agentes infecciosos; AM: agrupación de agentes infecciosos; F: fondo de la preparación; AC: Agrupación celular

D1.-INFECCIÓN POR TRICOMONAS

C1 cels escamosas con agrandamiento nuclear moderado

C2 cels escamosas con halos peri nucleares

M1 Tricomonas: estructuras piriformes

M2 Tricomonas: estructuras ovoides

M3 Tricomonas: estructuras redondeadas

M4 Tricomonas: citoplasma cianófilo

M5 Tricomonas: citoplasma transparente

- M6 Tricomonas: vacuolas citoplásmicas
- M7 Tricomonas: Granulaciones eosinófilas citoplasmáticas
- M8 Tricomonas: núcleo excéntrico pálido
- M9 Tricomonas: "manchas nucleares"

AM1: Agrupación en acúmulos alrededor de células escamosas
AM2: Aisladas

- F1 Fondo limpio
- F2 Fondo inflamatorio
- F3 Histiocitos
- F4 Detritus celulares

- A1 Células aisladas
- A2 Células agrupadas

D2.-INFECCIÓN POR HONGOS

- C1 c éls escamosas con agrandamiento nuclear moderado
- C2 c éls escamosas con halos peri nucleares
- C3 núcleos fragmentados de leucocitos
- C4 aglomerados de c éls escamosas "engarzados" por las hifas
- M10 Estructuras pequeñas redondeadas
- M11 estructuras pequeñas ovoides
- M12 Estructuras basófilas
- M13 Estructuras eosinófilas
- M14 Estructuras rodeadas por un halo claro
- M15 Estructuras alargadas y delgadas con segmentaciones en toda su longitud "caña de bambú".

AC1.- Agrupación: de forma aislada

AC2.- Agrupación: en grupos

- F1.- Fondo limpio
- F2.- Fondo inflamatorio

AM1: Agrupación en acúmulos
AM2: Aisladas

D3.-VAGINOSIS BACTERIANA

- C5.- Células escamosas, con refuerzo en el borde celular.
- C6.-Células escamosas recubiertas o "rebozadas" de coco bacilos"Células clave, guía" (clue cells).
- C7.-Citoplasma: abundante, borroso
- C8.-Núcleo hipercromático
- C9.-Núcleo picnótico

M16.- Bacilos fuertemente basófilos

- AC1.-Células aisladas
- AC2.- en grupo

- F1.- Fondo limpio

F2.- Fondo inflamatorio

F5.- Mapa geográfico: Con abundantes microorganismos que embadurnan la preparación, aunque dejan áreas libres de microorganismos.

F6.- Fuertemente basófilo por la presencia de bacilos

D4.-ACTINOMYCES

M17.-Estructuras filamentosas

M18.-Agrupación en ovillos acúmulos enmarañados irradiándose desde la zona central ("colonias aracniformes", "torundas de algodón")

M19.-Acúmulos como una mancha oscura central, basófila de color azul oscuro y amorfa con abundantes filamentos entrecruzados hacia la periferia

M20.- El centro del acumulo es denso y opaco

M21.- Denso exudado inflamatorio que se dispone alrededor de las bacterias que le confieren aspecto de "grano de azufre"

F1.-Limpio

F2.-Inflamatorio agudo

F2.-Con histiocitos

F7.- Con células gigantes multinucleadas del tipo "cuerpo extraño"

D5.-HERPES SIMPLE

C10.- Células parabasales con agrandamiento nuclear

C11.- Células parabasales de tamaño aumentado

C12.- Células endocervicales con agrandamiento nuclear

C13.- Células endocervicales de tamaño aumentado

C14.-Núcleos en "vidrio esmerilado"

C15.-Realce de la membrana nuclear

C16.- Inclusiones nucleares densas eosinófilas rodeadas de un halo claro

C17.-Células epiteliales multinucleadas con núcleos moldeados

C18.- Células mononucleadas

F1.- fondo limpio

F2.- fondo inflamatorio

F3.-Histiocitos

F4.-Detritus celulares

AC1.-Aisladas

AC2.-Grupos

D5.-Cambios celulares reactivos asociados a INFLAMACIÓN

C1.-Células escamosas con agrandamiento nuclear

C2.-Células escamosas con halos perinucleares

C12.-Células endocervicales con agrandamiento nuclear

C19.-Células escamosas multinucleadas

C20.-Células escamosas binucleadas

C21.-Membrana nuclear lisa

C22.-Hiper cromasia leve

C23.-Cromatina finamente granular y uniforme

C24.-Nucleolos prominentes

C25.-Citoplasma policromático

C26.-Citoplasma vacuolado

C27.-Halos perinucleares sin engrosamiento periférico

C28.-Presencia de células escamosas metaplásicas (relación N:C mayor que las céls maduras, membrana nuclear lisa, cromatina uniforme, procesos citoplásmicos aracniformes)

F2.-Fondo inflamatorio

AC1.-Células aisladas

AC3.-Agrupación en placas planas con PMN: Reparación típica

D6.-Cambios celulares reactivos asociados a RADIACIÓN

C29.-Tamaño Celular aumentado
 C30.-Formas celulares anómalas
 C31.-Palidez nuclear
 C32.-Plegamiento nuclear
 C8.-Hiper Cromatismo nuclear
 C33.-Condensación de la cromatina
 C19.-Células multinucleadas
 C20.-Células binucleadas
 C34.-Vacuolización nuclear
 C25.-Citoplasma policromático
 C26.-Citoplasma vacuolado

F1. - fondo limpio
 F2. - fondo inflamatorio

AC1.-Células aisladas
 AC2.-Células agrupadas

D7.-Cambios celulares asociados a dispositivo intrauterino (DIU)

C8.-Hiper Cromatismo nuclear
 C26.-Citoplasma vacuolado
 C35.-Células en "anillo de sello"
 C36.-Degeneración nuclear
 C24.-Nucleolos prominentes
 C37.-Presencia de calcificaciones "cuerpos psamomatosos"

F1. - fondo limpio
 F2. - fondo inflamatorio

AC1.-Células aisladas
 AC2.-Células agrupadas

D8.- ATROFIA

C38.-Monocapas delgadas de células parabasales con polaridad nuclear conservada
 C39.-Predominio de células parabasales
 C40.-Hipertrofia nuclear
 C41.-Presencia de células intermedias
 C42.-Células intermedias monocromáticas
 C43.-Células parabasales hiper Cromáticas
 C23.-Cromatina finamente granular y uniforme
 C44.-Núcleos desnudos (autólisis citoplásmica)
 C45.-Células parabasales con citoplasma eosinófilo y núcleos picnóticos que se asemejan a "células paraqueratósicas"
 C26.-Citoplasma vacuolado

F1. - fondo limpio
 F2. - fondo inflamatorio
 F3. - Presencia de histiocitos mono y multinucleados
 F4. -Detritus celulares (fondo sucio)

AC1.-Células aisladas
 AC2.-Células agrupadas
 AC4.- Placas de cohesión atrófica

D9.-Células escamosas atípicas de significado indeterminado (ASC-US)

C46.-Aumento de la relación N:C
 C47.-Núcleos aumentados de tamaño (entre dos veces y media y tres veces el tamaño del área de una células escamosa intermedia normal)
 C48.-Hiper Cromasia nuclear mínima

- C49.-Irregularidad de la distribución de la cromatina
- C50.-Irregularidad de la morfología nuclear
- C51.-Anomalías nucleares asociadas a citoplasma eosinófilo denso ("paraqueratosis atípica")
- C20.-Células binucleadas
- C52.-Células escamosas intermedias de citoplasma cianófilo
- C53.-C.escamosas superficiales de citoplasma eosinófilo
- C54.-Citoplasma: con vacuolas (pseudocoilocitosis)

C55.-Normocromatismo**C19.-Células multinucleadas**

- C56.-Cromatina uniforme granular o reticular
- C21.-membrana nuclear lisa
- C57.-cambios en células metaplásicas (metaplasia atípica)
- C58.-reparación atípica

D10.-Células escamosas atípicas, no es posible descartar HSIL (ASC-H)

- C8.-Hiperchromatismo nuclear
- C59.-Irregularidad de la distribución de la cromatina
- C60.-Irregularidad de la morfología nuclear
- C51.-Anomalías nucleares asociadas a citoplasma eosinófilo denso ("paraqueratosis atípica")
- C20.-Células binucleadas
- C61.-Células escamosas intermedias de citoplasma cianófilo
- C62.-C.escamosas superficiales de citoplasma eosinófilo
- C63.-Citoplasma: con vacuolas (pseudocoilocitosis)
- C64.-Normocromatismo
- C19.-Células multinucleadas
- C65.-Cromatina uniforme granular o reticular
- C21.-Membrana nuclear lisa
- C66.-cambios en células metaplásicas (metaplasia atípica)
- C67.-reparación atípica
- C68.-Las células tienen el mismo tamaño que las células metaplásicas
- C69.-Núcleo entre una vez y media y dos veces y media más grande de lo normal

D11.-Lesión intraepitelial de bajo grado, LSIL (Displasia leve, CIN I, HPV)

- C20.-.Células binucleadas
 - C8.-Núcleo hiperchromático
 - C47.-Núcleos aumentados de tamaño (entre dos veces y media y tres veces el tamaño del área de una células escamosa intermedia normal)
 - C19.-Células multinucleadas
 - C56.-Cromatina uniforme granular o reticular
 - C70.-cromatina irregular
 - C71.-irregularidad de la membrana nuclear
 - C72.-nucleolo pequeño
 - C73.-nucleolo ausente
 - C74.-Presencia de coilocitos
 - C75.-Presencia de disqueratocitos
 - C76.-Células con bordes citoplásmicos bien definidos
- AC1.-Células aisladas
 - AC2.-Células agrupadas en láminas

D13.-Lesión intraepitelial de alto grado, HSIL (Displasia moderada y severa, CIN 2, CIN 3)

- C77.-núcleo hiperchromático en células parabasales y basales
 - C47.-Núcleos aumentados de tamaño (entre dos veces y media y tres veces el tamaño del área de una células escamosa intermedia normal)
 - C78.- cromatina irregular en células parabasales y basales
 - C79.-nucleolo ausente en células parabasales y basales
- C80.-Citoplasma inmaduro
 - C81.-Citoplasma denso de tipo metaplásico
 - C82.-Citoplasma queratinizado (oranjofilia)
- AC1.-Células aisladas

- AC2.-Células agrupadas en láminas
- AC5.- Agrupadas en agregados sincitiales

D14-Sugestivo de carcinoma de células escamosas

- C8.-Núcleo hiper cromático
- C47.-Núcleos aumentados de tamaño (entre dos veces y media y tres veces el tamaño del área de una células escamosa intermedia normal)
- C70.- cromatina irregular
- C82.-Citoplasma queratinizado (oranjofilia)
- C24.-nucleolo prominente
- C83.-núcleos con angulación
- C84.-núcleo con escotadura
- C9.-núcleo picnótico
- C71.-irregularidad de la membrana nuclear
- C85.-membrana nuclear con hendiduras asimétricas
- C86.-Anillos citoplasmáticos
- C87.-Acúmulos eosinofílicos (grumos de queratina)
- C88.-Perlas córneas
- C89.-Canibalismo
- C90.-Células "en fibra"
- C91.-Células "en renacuajo"
- C92.-Cromatina en grumos gruesos

D14.-Células endocervicales atípicas

- C93.-Agrandamiento nuclear hasta tres a cinco veces el área del núcleo de una célula endocervical normal en células endocervicales
- C94.-Hiper cromasia leve en células endocervicales
- C95.-Presencia de nucleolos en células endocervicales
- C96.-Presencia de mitosis infrecuente en células endocervicales
- C97.-Relación N:C alta
- C98.-Bordes celulares nítidos
- C99.-Superposición nuclear

- AC2.-Células agrupadas en láminas

D15.-Células endometriales atípicas

- C100.-Hipertrofia del núcleo en células endocervicales
- C101.-Hiper cromasia leve en células endometriales
- C102.-Presencia de nucleolos en células endometriales
- C103.-Escaso citoplasma en células endometriales
- C104.-Citoplasma vacuolado en células endometriales
- C105.-Bordes celulares mal definidos en células endometriales

- AC6.-Grupos pequeños de 5 a 10 células por grupo

D16.-Adenocarcinoma cervical in situ (AIS)

- C99.-Superposición nuclear
- C106.-
- C76.-Núcleo hiper cromático
- D108.-Estratificación
- D109.-Actividad mitótica
- D110.-Células con aspecto cilíndrico
- D111.-Núcleos en empalizada
- D112.-Prolongaciones citoplasmáticas
- D113.-Núcleos que sobresalen hacia la periferia
- D114.-Aspecto desflecado "feathering"
- D115.-Cromatina en grumos de distribución uniforme
- D116.-Nucleolos pequeños
- D117.-No presencia de nucleolos

- F1.-Fondo limpio

- AC1.-Células aisladas

AC2.-Células agrupadas en láminas

AC7.-Rosetas

D17.-Adenocarcinoma endocervical

D105.-Hipertrofia del núcleo

D118.-Abundancia de células cilíndricas anómalas

D119.-Pleomorfismo nuclear

D120.-Distribución irregular de la cromatina

D121.-Áreas de paracromatina

D122.-Irregularidades de la membrana nuclear

D123.-Citoplasma vacuolado

AC1.-Células aisladas

AC2.-Células agrupadas en láminas

AC5.- Agrupadas en agregados sincitiales

F5.-Diátesis tumoral necrótica

D18.-Adenocarcinoma endometrial

D105.-Hipertrofia del núcleo

D124.-Pérdida de la polaridad nuclear

D119.-Pleomorfismo nuclear

D120.-Distribución irregular de la cromatina

D121.-Áreas de paracromatina

D116.-Nucleolos pequeños

D125.-Citoplasma escaso

D123.-Citoplasma vacuolado

D126.-Presencia de neutrofilos intracitoplasmáticos

F5.-Diátesis tumoral necrótica

AC1.-Células aisladas

AC6.-Células en pequeños grupos compactos

Los mapas conceptuales se han elaborado a modo de ensayo sobre los diagnósticos: ASCUS, Inflamación, L-SIL y H-SIL. Están disponibles en <https://bahia.ugr.es/cervix>

Discusión

La capacidad humana es mucho más notable para el recuerdo de imágenes que para los detalles concretos. Con la elaboración de mapas conceptuales se aprovecha esta capacidad humana de reconocer pautas en las imágenes para facilitar el aprendizaje y el recuerdo.

En el campo del citodiagnóstico, el reconocimiento de la imagen es de gran importancia y nos interesa conseguir un aprendizaje de calidad con énfasis en la adquisición consciente de un esquema conceptual en que se relacionen adecuadamente diferentes conceptos, es por ello, por lo que en la construcción de este sistema inteligente de aprendizaje utilizamos el modelo de mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales tienen su origen en los trabajos que Novak (5) realizó a partir de la teoría del aprendizaje significativo, son un medio de visualizar conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos. Según Skemp (6-7), son un tipo particular de esquema donde se representa un orden parcial entre los conceptos según su importancia para adquirir otros y útil en planificación de secuencias instruccionales y en diagnóstico.

Para nosotros, existen distintas motivaciones para la elaboración de mapas conceptuales como base en la construcción de un sistema experto de aprendizaje:

La primera se origina a partir de la apreciación de una gran dificultad en el aprendizaje del diagnóstico citológico que requiere un conocimiento profundo de la materia y un entrenamiento supervisado por expertos que cada vez es más difícil porque la presión asistencial limita el tiempo disponible para enseñar y aprender destrezas básicas en el campo de la citopatología. El elegir un sistema de aprendizaje que se asemeja al proceso de la mente humana nos hace más fácil reproducir el ejercicio mental del citólogo experto al realizar un diagnóstico. Por otra parte, la representación del mapa conceptual es predominantemente visual, permitiendo la percepción global del objeto de estudio, haciendo manifiesta la jerarquización (siempre desde lo conocido a lo desconocido) y

utilizando expresiones abreviadas y significativas para cada uno de los conceptos (en este caso imágenes de cada uno de los rasgos diagnósticos). Además de su utilidad en el aprendizaje de la citología cervicovaginal, este modelo se puede implantar en cualquiera de las áreas de conocimiento en patología así como ser de utilidad en la evaluación de lo ya aprendido.

Conclusiones

Con el sistema experto que se pretende contruir se busca una mejor calidad y rapidez en el aprendizaje de la citología cervicovaginal.

El conocimiento de la citopatología en forma de rasgos característicos para cada uno de los diagnósticos y de imágenes representativas de cada uno de ellos proporciona al sistema gran información de forma similar a la que maneja un experto; el aprendizaje proporcionará mayor autonomía pudiendo generar nuevo conocimiento partiendo del extraído inicialmente del experto humano.

La forma de organizar el conocimiento en rasgos y su representación mediante mapas conceptuales ofrece gran versatilidad para el funcionamiento del sistema experto y abre numerosas perspectivas desde el punto de vista de las ontologías.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada parcialmente por el Ministerio de Educación y Ciencia a través del Proyecto de Investigación: TIN2004-07236.

Bibliografía

- 1.-Salomon D, Nayar R (2005). El sistema Bethesda para informar la citología cervical. Buenos Aires, Argentina: Journal Junin
- 2.-Gray W .Diagnostic citopathology. Elsevier Escience. London. 2003
3. - Bibbo M. Comprehensive Cyropathology. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1997
4. -- Young JA. Fine Leedle Aspiration Cytopathology. Blackwell Scientific Publications.Oxford. 1993
5. - Novak JD, Gowin DB . Aprendiendo a aprender. Martínez Roca. Barcelona 1989
6. - Skemp R.R. The psychology of learning mathematics. Hillsdale. Erlbaum. 1987
7. - Skemp R.R. Mathematics in the primary school. Rutledge. London.1989