

Ультраструктурна характеристика доброякісних та анапластичних менингіом

С. І. Тертишний, В. О. Шаврін, В. Є. Вотєва, К. Л. Дикий

Запорізький державний медичний університет, Україна

Ключові слова:
менингіома,
електронна
мікроскопія,
ультраструктура
пухлинних клітин.

Патологія. – 2017. –
Т. 14, № 1(39). –
С. 20–26

DOI:
10.14739/2310-1237.
2017.1.97326

E-mail:
tertyshniy@i.ua

Враховуючи чималу поширеність менингіом (до 35 %) серед інших внутрішньочерепних пухлин і різноманітність їхньої гістологічної будови, використання електронної мікроскопії (ЕМ) може давати важливу діагностичну інформацію та суттєво доповнювати дані світлооптичних та імуногістохімічних досліджень.

Мета роботи – вивчити ультраструктурні зміни при доброякісних та анапластичних менингіомах і встановити основні ультраструктурні диференційно-діагностичні особливості менингіом різного ступеня злоякісності.

Матеріали та методи. Світлооптичне та ЕМ-дослідження менингіом здійснене на матеріалі 33 спостережень.

Результати. Дані ЕМ, що отримані, дають можливість виділити характерні ультраструктурні зміни в різних варіантах доброякісних менингіом. Зокрема, менинготеліоматозний варіант пухлини містив однорідні за будовою клітини зі світлими овальними ядрами, з рівномірним розташуванням дрібногранулярного хроматину, добре диференційованими міжклітинними контактами типу десмосом. Цитоплазматичні мембрани поруч розташованих клітин щільно прилягали одна до одної, іноді формуючи дрібні інвагінації, які проникали в сусідні клітини, що значно збільшувало контактну поверхню поруч розташованих клітин. У фібробластичних менингіомах переважали видозмінені фібробласти, які містили химерні, неправильної форми ядра з компактним розміщенням хроматину біля ядерної мембрани, а також спостерігалася велика кількість пучків колагенових фібрил як із впорядкованим ходом колагенових волокон, так і з хаотичним розташуванням. Перехідні менингіоми характеризувались поєднанням ділянок менинготеліоматозного типу та ділянок із типовим фібробластичним диференціюванням. При ЕМ зміни були подібні менинготеліоматозним і фібробластичним менингіомам.

Анапластичні менингіоми характеризувались збільшенням розміру або пікнозом ядер, наявністю ядер із глибокими інвагінаціями, зі значним розрідженням структури хроматину, вогнищевими порушеннями цілісності каріолеми, явищами вакуолізації внутрішньоклітинних мембранних структур і позаклітинного набряку, значною редукцією міжклітинних контактів.

Висновки. Ультраструктурні особливості доброякісних менингіом проявляються наявністю десмосомних контактів у менинготеліоматозних варіантах, чималою кількістю пучків колагенових фібрил у фібробластичних варіантах, що підтверджує подвійний епітеліально-мезенхімальний гістогенез цих пухлин. Клітини анапластичних менингіом характеризувались ознаками вираженого ядерного поліморфізму, процесами альтерації у вигляді каріопікнозу, апоптозу, а також великою редукцією міжклітинних контактів, що може сприяти розвитку рецидивів і можливих метастазів.

Ключевые слова:
менингиома,
электронная
микроскопия,
ультраструктура
опухолевых клеток.

Патология. – 2017. –
Т. 14, № 1(39). –
С. 20–26

Ультраструктурная характеристика доброкачественных и анапластических менингиом

С. И. Тертышный, В. А. Шаврин, В. Е. Вотева, К. Л. Дикий

Учитывая значительную распространённость менингиом (до 35 %) среди других внутричерепных опухолей и разнообразие их гистологического строения, использование электронной микроскопии (ЭМ) может давать важную диагностическую информацию и существенно дополнять данные светоптических и иммуногистохимических исследований.

Цель работы – изучить ультраструктурные изменения при доброкачественных и анапластических менингиомах и установить основные ультраструктурные дифференциально-диагностические особенности менингиом различной степени злокачественности.

Материалы и методы. Светоптическое и ЭМ-исследование менингиом проведено на материале 35 наблюдений.

Результаты. Данные ЭМ позволяют выделить характерные ультраструктурные изменения в различных вариантах доброкачественных менингиом. В частности, менинготеліоматозный вариант опухоли содержал однородные по строению клетки со светлыми овальными ядрами, с равномерным расположением мелкогранулярного хроматина, хорошо дифференцированными межклеточными контактами типа десмосом. Цитоплазматические мембраны рядом расположенных клеток плотно прилегали друг к другу, иногда формируя мелкие инвагинации, которые проникали в соседние клетки, что значительно увеличивало контактную поверхность рядом расположенных клеток. В фибробластических менингиомах преобладали видоизменённые фибробласты, содержащие необычные, неправильно формы ядра с компактным размещением хроматина у ядерной мембраны, а также наблюдалось большое количество пучков коллагеновых фибрилл как с упорядоченным ходом коллагеновых волокон, так и с хаотичным расположением. Переходные менингиомы характеризовались сочетанием участков менинготеліоматозного типа и участков с типичной фибробластической дифференцировкой. При ЭМ изменения были подобны менинготеліоматозным и фибробластическим менингиомам.

Анапластические менингиомы характеризовались увеличением размера или пикнозом ядер, наличием ядер с глубокими инвагинациями, со значительным разрежением структуры хроматина, очаговыми нарушениями целостности каріолеммы, явлениями вакуолизации внутриклеточных мембранных структур и внеклеточного отёка, значительной редукцией межклеточных контактов.

Выводы. Ультраструктурные особенности доброкачественных менингиом проявляются наличием десмосомных контактов в менинготелиоматозных вариантах, значительным количеством пучков коллагеновых фибрилл в фибробластических вариантах, что подтверждает двойной эпителиально-мезенхимальный гистогенез этих опухолей. Клетки анапластических менингиом характеризовались признаками выраженного ядерного полиморфизма, процессами альтерации в виде кариопикноза и апоптоза, а также значительной редукцией межклеточных контактов, что может способствовать развитию рецидивов и возможных метастазов.

Ultrastructural characteristic of benign and anaplastic meningiomas

S. I. Tertishniy, V. A. Shavrin, W. Ye. Voteva, K. L. Dikiy

Taking into account high prevalence of meningiomas (35%) among other intracranial tumors and variety of their histological structure, electron microscopy (EM) can provide important diagnostic information and be substantially complementary to light microscopy data and immunohistochemical studies.

Objective: to study ultrastructural changes in benign and anaplastic meningiomas and to establish the main differential diagnostic ultrastructural features of meningiomas of different grades.

Material and Methods: light microscopy and EM studies were conducted using 35 cases of meningioma.

Results. Our EM data allow highlighting the characteristic ultrastructural changes in different subtypes of benign meningiomas. In particular, meningothelial subtype comprised of cells with homogeneous structure with light oval nuclei, with evenly arranged finely granular chromatin, well differentiated cell-cell contacts such as desmosomes. Cytoplasmic membranes of adjacent cells adhered to one another, forming small intussusceptions sometimes, which penetrated into the neighboring cells, which significantly increased the contact area of adjacent cells. Fibroblastic meningiomas were rich in modified fibroblasts, which contained bizarre nuclei of irregular shape with compact chromatin arrangement near the nuclear membrane. Also there were plenty bundles of collagen fibrils with the orderly assembled collagen fibers as well as with a chaotic arrangement. Transitional meningiomas were characterized by the combination of meningothelial like areas and areas of typical fibroblastic differentiation. EM changes were similar to meningothelial and fibrous meningiomas.

Anaplastic meningiomas were characterized by increased in size or pyknotic nuclei, presence of nuclei with deep intussusceptions, a significant dilution of chromatin structure, focal disturbances of karyolemma integrity, vacuolization of intracellular membrane structures and extracellular edema, a significant reduction of cell-cell contacts.

Conclusions. The ultrastructural features of benign meningiomas are reflected in the presence of desmosomes in meningothelial subtypes, a significant number of collagen fibrils in the fibroblastic subtypes, which confirms the double epithelial-mesenchymal histogenesis of these tumors. The cells of anaplastic meningiomas were characterized by marked signs of nuclear polymorphism, processes of alteration such as karyopyknosis and apoptosis, as well as a significant reduction of cell-cell contacts, which can promote recurrence and possible metastasizing.

З огляду на те, що останнім часом у патоморфологічній діагностиці та наукових дослідженнях широко використовуються імуногістохімічні методи, кількість робіт з електронно-мікроскопічного (ЕМ) вивчення пухлин і, зокрема пухлин ЦНС, значно скоротилось [1]. Безумовно, ЕМ іноді має деякі діагностичні обмеження, так, за її допомогою часто не можна визначити лінію диференціювання пухлинних клітин [2]. Однак у деяких випадках використання в нейроонкології ЕМ може давати важливу діагностичну інформацію [3,4] та суттєво доповнювати дані світлооптичних, імуногістохімічних досліджень.

Чимала частина ЕМ досліджень останніх років присвячена вивченню внутрішньомозкових пухлин [5,6,7] і тільки в одиничних роботах останніх років є відомості з ультраструктури менингиом [8]. Проте менингиоми головного мозку є найпоширенішими внутрішньочерепними новоутвореннями, на частку яких припадає майже 35% первинних внутрішньочерепних пухлин. У деяких випадках під час вивчення світлооптичних препаратів виникають діагностичні труднощі, що пов'язані з подвійним диференціюванням пухлин. Наприклад, окремим анапластичним менингиомам притаманні епітеліоподібні риси, тому вони помилково можуть прийматися за метастатичні карциноми. Отже, використання ЕМ в окремих випадках може дати важливу інформацію

стосовно злоякісності пухлини, можливості її клінічного перебігу, рецидиву.

Мета роботи

Вивчити ультраструктурні зміни при доброякісних та анапластичних менингиомах, встановити основні ультраструктурні диференційно-діагностичні особливості менингиом різного ступеня злоякісності.

Матеріали і методи дослідження

Світлооптичне та ЕМ дослідження менингиом здійснене на матеріалі 33 спостережень, до яких включили: 8 менинготелиоматозних варіантів менингиом, 7 фібробластичних, 7 перехідних, 5 ангиоматозних і 6 анапластичних менингиом. Середній вік хворих у групі доброякісних менингиом (grade I) становив $59,21 \pm 9,84$ року. У групі анапластичних менингиом (grade III) середній вік хворих – $56,88 \pm 11,71$ року. Доброякісні менингиоми у 81,48% випадків мали супратенторіальну конвекситуальну локалізацію, субтенторіальна локалізація виявлялась у 18,52% випадків. Анапластичні пухлини розташовувались супратенторіально у 83,33% випадків і 33,33% – субтенторіально на конвекситуальній поверхні мозочка.

Key words:
meningioma,
electron microscopy,
ultrastructure
of tumor cells.

Pathologia
2017; 14 (1), 20–26

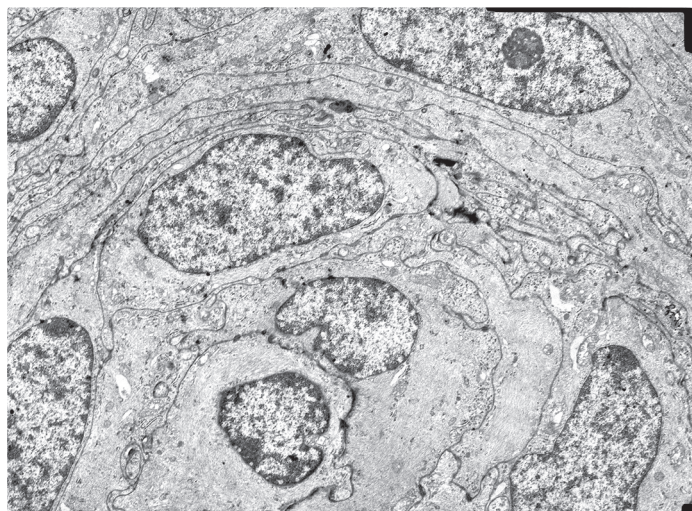


Рис. 1. Менінготеліоматозна менингіома. Ультраструктура концентричної структури в пухлині. ЕМ. 36. $\times 4000$.

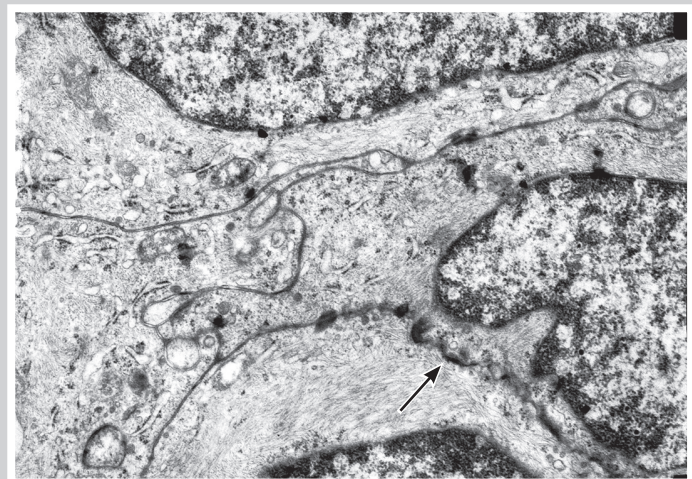


Рис. 2. Менінготеліоматозна менингіома. Стрілкою вказано десмосомний контакт. Коментарі в тексті. ЕМ. 36. $\times 6000$.

Для оглядової світлової мікроскопії після стандартної обробки матеріалу гістологічні зрізи забарвлювалися гематоксиліном та еозином, досліджувалися за допомогою мікроскопа AxioPlan 2 («Carl Zeiss», ФРН). Гістологічний варіант і ступінь злоякісності менингіом встановлений на світлооптичному рівні відповідно до гістологічної класифікації пухлин ЦНС за ВООЗ (2016) [9]. Етапи обробки матеріалу для ЕМ дослідження виконані за загальноприйнятою методикою, що викладена у відповідному керівництві [10]. Ультратонкі зрізи вивчали в електронному мікроскопі ПЕМ-100 при прискорюючій напрузі 75 кВ.

Результати та їх обговорення

Для менинготеліоматозних менингіом здебільшого притаманний епітеліоїдноклітинний тип будови ($84,8 \pm 6,4\%$ площі вивчених полів зору) з великими клітинами, чіткими

контурами. При ЕМ менинготеліоматозні менингіоми характеризувались однорідними за будовою клітинами зі світлими, частіше овальної форми ядрами, з рівномірним розташуванням дрібногранулярного хроматину в нуклеоплазмі. Більшість ядер клітин цього варіанта менингіом мали дифузно розташований хроматин із незначними ділянками конденсованого хроматину біля ядерної мембрани, що характерно як для малоспеціалізованих клітин, так і для клітин, які інтенсивно діляться.

В усіх спостереженнях об'єм ядра переважав над об'ємом цитоплазми. У клітинах, котрі формували концентричні структури, питома вага конденсованого хроматину збільшувалася (рис. 1). Біля ядерної мембрани реєструвалися численні зони з більш щільним розташуванням хроматину (маргінація хроматину), що вважається як ознакою активності ядра, так і проявом його пошкодження. Збільшення конденсованого хроматину в ядрі пухлинних клітин позитивно корелювало зі збільшенням вмісту проміжних філаментів у цитоплазмі (рис. 1). Поодинокі клітини містили ядерце.

Об'єм цитоплазми був невеликим, у більшості клітин вона вузьким обідком оточувала ядро клітин і містила переважно вільні рибосоми, дрібні ізольовані вузькі профілі зернистого ендоплазматичного ретикулуму, незначну кількість дрібних мітохондрій округлої форми. У клітинах із більш значним об'ємом цитоплазматичного сектора гранулярний ендоплазматичний ретикулум був доволі розвинений, часто з розширеними цистернами. Чималу частину цитоплазматичного сектора заповнювали тонкі проміжні філаменти (рис. 2), які рівномірно розташовувалися в перинуклеарній зоні, а також заповнювали відростки клітин, в яких були практично відсутні органели. У ділянках, що перебували в безпосередній близькості до цитоплазматичної мембрани, розташовувалися оточені мембраною фрагменти колагенових волокон.

Цитоплазматичні мембрани поруч розташованих клітин щільно прилягали одна до одної, іноді формуючи дрібні інвагінації, котрі проникали в сусідні клітини, що значно збільшувало контактну поверхню поруч розташованих клітин. Такі види простих контактів переважали в усіх вивчених доброякісних менингіомах. По ходу прилеглих одна до одної цитоплазматичних мембран також визначалась незначна кількість десмосомних контактів у вигляді дрібних електронно-щільних ділянок (рис. 2). У цитоплазмі пухлинних клітин траплялись поодинокі лізосоми.

У відділах пухлини, що межують із мозковими оболонками, переважали, як правило, витягнуті фібробластоподібні клітини з чіткими контурами ядер і більш щільним дифузним розташуванням хроматину. Ядра таких клітин також мали витягнуту форму, каріолема часто мала складчастість, ділянки зі значною щільністю хроматину розташовувались біля ядерної мембрани. Клітинний поліморфізм у пухлині не був виражений, фігури мітозу спостерігались вкрай рідко. Однак траплялись обмежені ділянки пухлинної паренхіми з помірно вираженим клітинним поліморфізмом у вигляді збільшення діаметра клітин, що мали неправильні, загострені контури та відзначались більш гіперхромним забарвленням. Такі ділянки характеризувалися змішаною будовою та були схожі з перехідними менингіомами.

Дистрофічні зміни, в основному, представлені мікровакуолізацією цитоплазматичного сектора та перинуклеарного простору (рис. 3 А). Відзначалась вакуолізація мітохондрій із частковим руйнуванням крист (рис. 3 Б).

Зазначимо, що популяція мітохондрій у пухлинних клітинах була доволі гетерогенною. Виявлялись електронно-світлі мітохондрії з просвітленим матриксом і контрастними мембранами, а також велика кількість дрібних мітохондрій з електронно-щільним матриксом і погано помітною внутрішньою мітохондріальною мембраною, що, ймовірно, відбивало різний функціональний стан органел.

Перехідні менінгіоми характеризувались поєднанням ділянок менінготеліоматозного, синцитіального типу та ділянок із типовим фібробластичним диференціюванням. Ділянки менінготеліоматозної будови відрізнялись дещо меншою кількістю концентричних структур, на відміну від типових менінгомеліоматозних варіантів пухлини.

У ділянках синцитіальної будови переважали структури стромального компонента, що формували сітчасті, значні за поширеністю ділянки. Такі структури оточували мікросудини та дрібні острівці пухкої пухлинної тканини або окремі скупчення пухлинних клітин, в яких нерідко виявлялись ознаки незначного клітинного поліморфізму. При ЕМ зміни були подібні менінготеліоматозним і фіброзним менінгіомам.

У фібробластичних менінгіомах переважаючим типом клітин були фібробластоподібні арахноїдотеліоцити з овальними, витягнутими ядрами, що містили дрібнозернистий хроматин, нерідко ядра були гіперхромними. У пухлині переважало дифузне розташування пухлинних клітин і колагенових волокон по всій площі зрізу. Доволі характерні зміни спостерігались при ЕМ, що відрізняло цей варіант менінгіом від інших гістологічних варіантів. У пухлині можна було виявити різні за морфологією клітини, але переважали видозмінені фібробласти, які містили хиמרні, неправильної форми ядра з компакним розміщенням хроматину біля ядерної мембрани (рис. 4). Центральна частина ядра була менш електронно-щільною та містила ядерце, яке мало неоднорідну структуру в різних клітинах, що відбивало їхню різну функціональну активність. У цитоплазмі розташовувалась незначна кількість цистерн шорсткого ендоплазматичного ретикулуму, дрібні мітохондрії, лізосоми та велика кількість пучків колагенових фібрил (рис. 4), що посідали більшу частину цитоплазматичного сектора.

Необхідно відзначити, що в одиничних роботах, в яких висвітлюються дані щодо ультраструктури менінгіом, можемо знайти аналогічні дані [11]. Автори описують характерні округлі або видовжені клітини з міжклітинними контактами, заповнення клітин проміжними філаментами, наявність у міжклітинному просторі великої кількості фібрил колагену.

Велика кількість пучків колагенових волокон розташовувалась між вузькими профілями відростків пухлинних клітин. Ділянки з упорядкованим ходом колагенових волокон, які характеризувалися доволі щільним компакним упакуванням окремих фібрил,

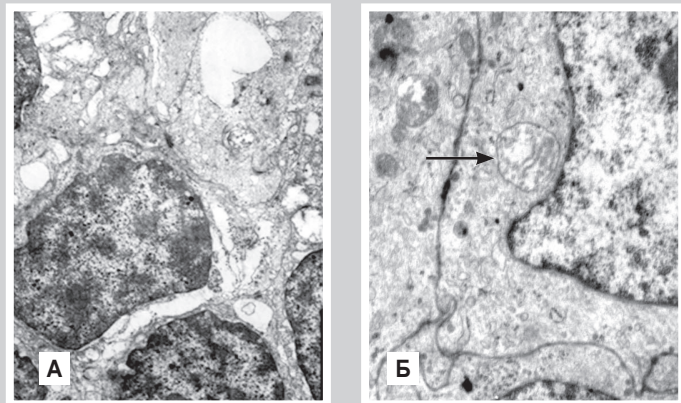


Рис. 3. Менінготеліоматозна менінгіома. Дистрофічні зміни пухлинних клітин. (А): мікровакуолізація цитоплазматичного сектора та перинуклеарного простору. ЕМ. 36. $\times 4000$. (Б): вакуолізація та часткове руйнування крист мітохондрії (показано стрілкою). ЕМ. 36. $\times 8000$.

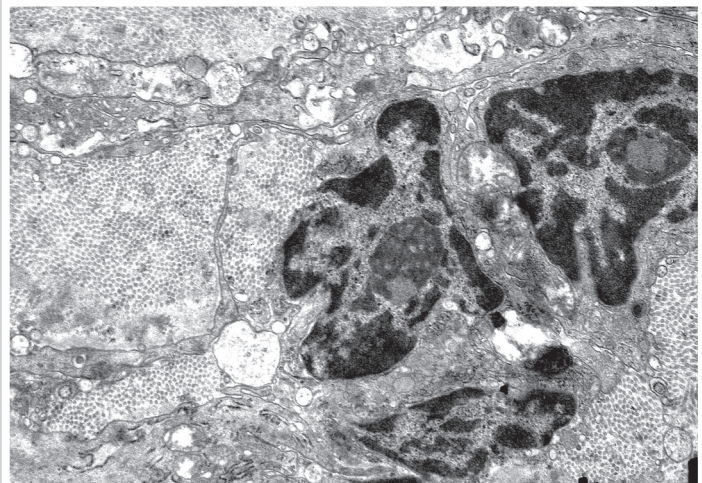


Рис. 4. Фіброзна менінгіома. Фібробласти пухлини з великим вмістом пучків колагенових волокон у цитоплазмі. ЕМ. 36. $\times 4000$.

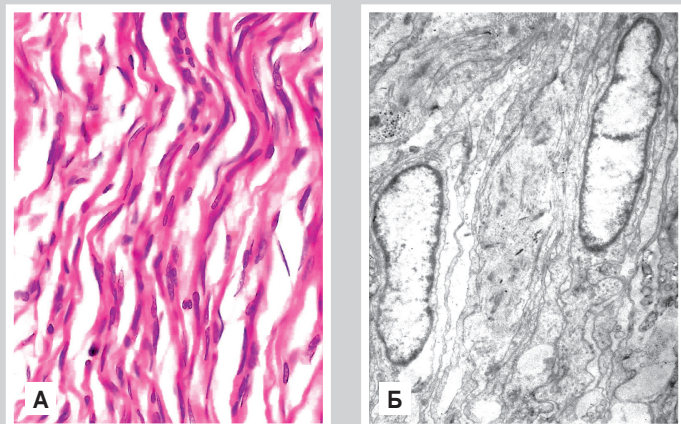


Рис. 5. Фіброзна менінгіома. (А): ділянка з односпрямованим поширенням колагенових волокон. Забарвлення гематоксилином та еозином. 36. $\times 400$. (Б): аналогічна ділянка менінгіоми при ЕМ. 36. $\times 4000$.

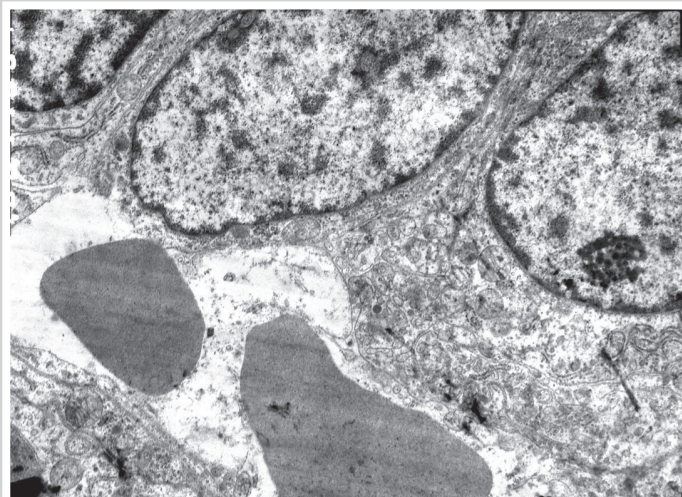


Рис. 6. Ангіоматозна менингіома. Скупчення пухлинних клітин навколо мікросудини. EM. 36. ×4000.

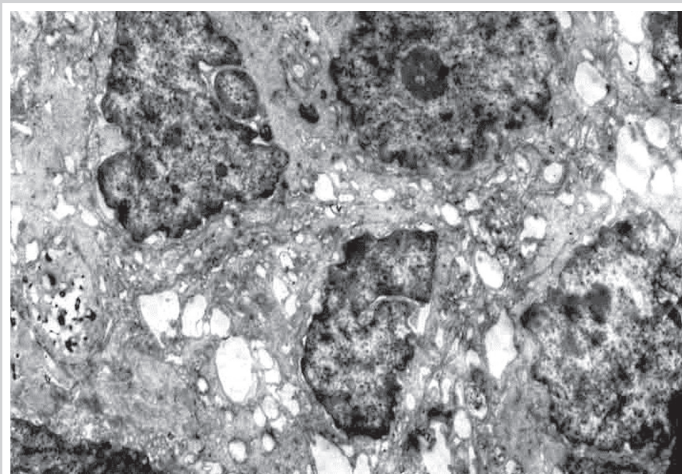


Рис. 7. Анапластична менингіома. Поліморфізм ядер пухлинних клітин, мікровакуолізація внутрішньоцитоплазматичного сектора та внутрішньоклітинних мембранних структур. EM. 36. ×4500.

чергувались із більш пухкими ділянками, які містили різноспрямовані, різної довжини фрагменти волокон, що відповідало на світлооптичних препаратах ділянкам хаотичного розташування волокон колагену. Поряд із фібробластами типової будови виявлялась велика кількість клітин із різко подовженими ядрами з низькою електронною щільністю.

Ділянки однорідної будови з односпрямованим поширенням колагенових волокон на світлооптичних препаратах при електронній мікроскопії також характеризувались однорідною будовою у вигляді рівномірного розташування клітин із подовженими ядрами з низькою оптичною щільністю (рис. 5). Такі клітини містили незначний обсяг цитоплазматичного сектора з рідкісними цистернами гранулярної ендоплазматичної мережі, мізерною кількістю вільних рибосом і полісом, розрізненими цитоплазматичними філаментами та пучками колагенових волокон.

Паренхіма ангіоматозних менингіом представлена великою кількістю хаотично розташованих тонкостінних судин, між якими розташовувався сполучно-тканинний матрикс із ділянками пухлинної тканини. За клітинним складом ангіоматозна менингіома була подібна до менинготеліоматозних варіантів пухлини. Ядра клітин переважно були великі, з рівними контурами ядерної мембрани, включали ядерце або дифузно розташований хроматин, що підтверджувалось даними електронної мікроскопії (рис. 6). У цитоплазмі містились дрібні мітохондрії, розрізнені цистерни гранулярної ендоплазматичної мережі. Крім великої кількості судин, ділянок солідної, типової менинготеліоматозної будови виявлялись численні поля більш пухкої будови з сітчастою структурою, що містили нечисленні скупчення темних лімфоцитоподібних клітин. У цих ділянках також виявлялись клітини з гіперхромними ядрами й вакуолізованою цитоплазмою, крововиливи, незначні скупчення гемосидерофагів.

Анапластичні менингіоми в усіх спостереженнях характеризувались чималим клітинним атипізмом. Неоднорідність тканинної та клітинної будови в межах однієї пухлини була виражена значно менше порівняно з доброякісними варіантами менингіом. Незважаючи на це, варіанти будови анапластичних менингіом відрізнялися доволі великою різноманітністю. При EM контури ядерної мембрани пухлинних клітин були нерівні, множинні випинання ядра в цитоплазму пов'язані зі збільшенням ядерної поверхні та свідчать про синтетичну активність ядра. Визначалась груба структура ядерного хроматину, що є ознакою злоякісності пухлинних клітин.

Ядра пухлинних клітин дуже різнилися за розмірами, траплялись різко збільшені ядра зі збільшенням розміру й кількості ядерця, що свідчить про підвищення функціональної активності клітин. Виявлялись також і пікнотичні ядра, що є ознакою загибелі клітин, ядра з вираженими глибокими інвагінаціями, зі значущим розрідженням структури хроматину та явищами вакуолізації, а також ядра з вогнищевими порушеннями цілісності каріолеми.

На відміну від доброякісних варіантів менингіом, в анапластичних менингіомах практично не виявлялись міжклітинні контакти, що пов'язують із втратою молекул міжклітинної адгезії. Деструкція міжклітинних контактів може сприяти набуттю інвазивних властивостей і подальшому рецидивуванню цих пухлин. В анапластичних менингіомах реєструвалась також чимала вакуолізація внутрішньоцитоплазматичного сектора та внутрішньоклітинних мембранних структур пухлинних клітин, що, ймовірно, пов'язано з порушенням колоїдно-осмотичного тиску цитоплазми внаслідок гальмування транспорту іонів через мембрану клітини (рис. 7).

У ділянках некротичних змін також відзначався міжклітинний набряк, стирались чіткі контури мембранних структур, виявлявся апоптоз окремих клітин (рис. 8) із фрагментованістю ядра та щільним конденсованим хроматином по периферії апоптозних тілець, з'являлась безліч вторинних лізосом.

Руйнації піддавались і колагенові волокна, котрі виявлялись в анапластичних менингіомах. До того ж між пучками колагенових волокон часто розташовувались множинні осміофільні ділянки, що являли собою аморфні зони фібриноїдного некрозу.

Висновки

1. Дані ЕМ дають можливість виділити характерні ультраструктурні зміни в різних варіантах доброякісних менингіом. Зокрема, менинготеліоматозний варіант пухлини містить однорідні за будовою клітини зі світлими овальними ядрами, з рівномірним розташуванням дрібногранулярного хроматину, добре диференційованими міжклітинними контактами. У фібробластичних менингіомах переважають видозмінені фібробласти з ядрами неправильної форми, з компактним розташуванням хроматину біля ядерної мембрани, а також велика кількість пучків колагенових фібрил, що розташовані як внутрішньо-, так і позаклітинно.

2. Анапластичні менингіоми характеризуються вираженими процесами альтерації, про що свідчить на ультраструктурному рівні збільшення розміру або пікноз ядер, наявність ядер із глибокими інвагінаціями, значущим розрідженням структури хроматину, вогнищевими порушеннями цілісності каріолеми, вакуолізацією внутрішньоклітинних мембранних структур і позаклітинного набряку, чималою редукцією міжклітинних контактів, що може сприяти розвитку рецидивів і можливих метастазів.

3. Ультраструктурні особливості менингіом, що проявляються наявністю десмосомних контактів у менинготеліоматозних варіантах, підтверджують епітеліальний напрям диференціювання, а чимала кількість пучків колагенових фібрил у фібробластичних варіантах виявляють ознаки мезенхімального походження цих пухлин, що підтверджує теорію подвійного епітеліально-мезенхімального гістогенезу менингіом.

Список літератури

- [1] Uematsu Y. The role of electron microscopy in the diagnosis of surgical pathology in the central nervous system / Y. Uematsu // *Med. Mol. Morphol.* – 2006. – Vol. 39(3). – P. 127–135.
- [2] Kim N.R. Utility of transmission electron microscopy in small round cell tumors / N.R. Kim, S.Y. Ha, H.Y. Cho // *J. Pathol. Transl. Med.* – 2015. – Vol. 49(2). – P. 93–101.
- [3] Baloyannis S.J. The fine structure of ependymomas / S.J. Baloyannis, I.S. Baloyannis // *CNS Oncol.* – 2014. – Vol. 3(1). – P. 49–59.
- [4] Zhu J. Craniopharyngioma: Survivin expression and ultrastructure / J. Zhu, C. You // *Oncol Lett.* – 2015. – Vol. 9(1). – P. 75–80.
- [5] Ultrastructural pathology of anaplastic and grade II ependymomas reveals distinctive ciliary structures-electron microscopy redux / C. Alfaro-Cervelló, M. Soriano-Navarro, M. Ramírez et al. // *Ultrastruct. Pathol.* – 2015. – Vol. 39(1). – P. 23–29.
- [6] Ependymomas with neuronal differentiation: a morphologic and immunohistochemical spectrum / F. J. Rodriguez, B.W. Scheithauer, P.D. Robbins et al. // *Acta Neuropathol.* – 2007. – Vol. 113(3). – P. 313–324.
- [7] Chordoid glioma of the third ventricle: a report of two cases, one with ultrastructural findings / K. Kawasaki, M. Kohno, C. Inenaga et al // *Neuropathology.* – 2009. – Vol. 29(1). – P. 85–90.
- [8] Pediatric rhabdoid meningioma: a morphological, immunohistochemical, ultrastructural and molecular case study / A.M. Buccoliero, F. Castiglione, D. Rossi, et al. // *Neuropathology.* – 2011. – Vol. 31(1). – P. 59–65.
- [9] The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary / D.N. Louis, A. Perry, G. Reifenberger et al. // *Acta Neuropathol.* – 2016. – Vol. 131(6). – P. 803–820.
- [10] Микроскопическая техника: Руководство / под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Перова. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
- [11] Ultrastructure of meningiomas: autophagy is involved in the pathogenesis of «intranuclear vacuoles» / D. Jaskólski, T. Papierz, P.P. Liberski et al. // *Folia Neuropathol.* – 2012. – Vol. 50(2). – P. 187–193.

References

- [1] Uematsu, Y. (2006). The role of electron microscopy in the diagnosis of surgical pathology in the central nervous system. *Med. Mol. Morphol.*,

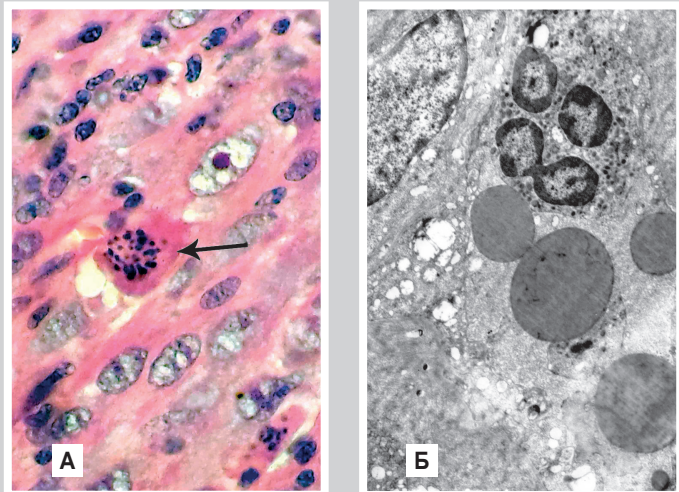


Рис. 8. Анапластична менингіома. Апоптоз пухлинної клітини. (А): забарвлення гематоксилином та еозином. Зб. $\times 600$. (Б): Ультраструктура перифокальної зони некрозу з апоптозом клітини та накопиченням вторинних лізосом. ЕМ. Зб. $\times 6000$.

- [39(3), 127–135. doi: 10.1007/s00795-006-0331-x.
- [2] Kim, N. R., Ha, S. Y., & Cho, H. Y. (2015). Utility of transmission electron microscopy in small round cell tumors. *J. Pathol. Transl. Med.*, 49(2), 93–101. doi: 10.4132/jptm.2015.01.30.
- [3] Baloyannis, S. J., & Baloyannis, I. S. (2014). The fine structure of ependymomas. *CNS Oncol.*, 3(1), 49–59. doi: 10.2217/cns.13.64.
- [4] Zhu, J., & You, C. (2015). Craniopharyngioma: Survivin expression and ultrastructure. *Oncol Lett.*, 9(1), 75–80. doi: 10.3892/ol.2014.2690.
- [5] Alfaro-Cervelló, C., Soriano-Navarro, M., Ramírez, M., Bernet, L., Martínez, Banaclocha, M., et al. (2015). Ultrastructural pathology of anaplastic and grade II ependymomas reveals distinctive ciliary structures-electron microscopy redux. *Ultrastruct. Pathol.*, 39(1), 23–29. doi: 10.3109/01913123.2014.906526.
- [6] Rodríguez, F. J., Scheithauer, B. W., Robbins, P. D., Burger, P. C., Hessler, R. B., Perry, A., et al. (2007). Ependymomas with neuronal differentiation: a morphologic and immunohistochemical spectrum. *Acta Neuropathol.*, 113(3), 313–324. doi: 10.1007/s00401-006-0153-x.
- [7] Kawasaki, K., Kohno, M., Inenaga, C., Sato, A., Hondo, H., Miwa, A., et al. (2009). Chordoid glioma of the third ventricle: a report of two cases, one with ultrastructural findings. *Neuropathology*, 29(1), 85–90. doi: 10.1111/j.1440-1789.2008.00925.x.
- [8] Buccoliero, A. M., Castiglione, F., Rossi, D., Franchi, A., Sanzo, M., Cetica, V., et al. (2011). Pediatric rhabdoid meningioma: a morphological, immunohistochemical, ultrastructural and molecular case study. *Neuropathology*, 31(1), 59–65. doi: 10.1111/j.1440-1789.2010.01113.x.
- [9] Louis, D. N., Perry, A., Reifenberger, G., von Deimling, A., Figarella-Branger, D., Cavenee, W. K., et al. (2016). The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Acta Neuropathol.*, 131(6), 803–820. doi: 10.1007/s00401-016-1545-1.
- [10] Sarkisov, D. S., & Perov, Yu. L. (Eds) (1996). *Микроскопическая техника* [Microscopic technique]. Moscow: Medicina. [in Russian].
- [11] Jaskólski, D., Papierz, T., Liberski, P.P., & Sikorska, B. (2012). Ultrastructure of meningiomas: autophagy is involved in the pathogenesis of «intranuclear vacuoles». *Folia Neuropathol.*, 50(2), 187–193.

Відомості про авторів:

Тертишний С. І., д-р мед. наук, професор, зав. каф. патологічної анатомії і судової медицини, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Шаврін В. О., д-р мед. наук, професор каф. патологічної анатомії і судової медицини, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Вотєва В. Є., асистент каф. патологічної анатомії і судової медицини, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Дикий К. Л., старший науковий співробітник, зав. лабораторії електронної мікроскопії, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Сведения об авторах:

Тертышный С. И., д-р мед. наук, профессор, зав. каф. патологической анатомии и судебной медицины, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Шаврин В. А., д-р мед. наук, профессор каф. патологической анатомии и судебной медицины, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Вотева В. Е., ассистент каф. патологической анатомии и судебной медицины, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Дикий К. Л., старший научный сотрудник, зав. лабораторией электронной микроскопии, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Information about authors:

Tertishnyy S. I., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pathological Anatomy and Forensic Medicine, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Shavrin V. A., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Pathological Anatomy and Forensic Medicine, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Voteva W. Ye., Assistant of the Department of Pathological Anatomy and Forensic Medicine, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Dikiy K. L., Senior Researcher, Head of the Laboratory of Electron Microscopy, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of Interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшло до редакції / Received: 22.02.2017

Після доопрацювання / Revised: 24.02.2017

Прийнято до друку / Accepted: 01.03.2017