

ДІАБЕТИЧНА ОПТИЧНА НЕЙРОПАТІЯ: ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

М.А. Карлійчук

Вищий державний навчальний заклад України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці

Ключові слова:

цукровий діабет, діабетична оптична нейропатія, визначення, класифікація.

Клінічна та експериментальна патологія Т.16, №2 (60). С.86-90.

DOI:10.24061/1727-4338.XVI.2.60.2017.18

E-mail: mari13karli@gmail.com

Мета роботи. Проаналізувати сучасний стан вивчення класифікації та визначення діабетичної оптичної нейропатії за даними літератури. В огляді літератури проведено аналіз сучасних поглядів на визначення та існуючі класифікації діабетичної оптичної нейропатії.

Висновки. Огляд літератури засвідчив відсутність визначення особливостей ураження зорового нерва залежно від стадії тяжкості діабетичної полінейропатії, а також морфологічних змін гангліонарного шару та шару нервових волокон сітківки залежно від стадії діабетичної оптичної нейропатії.

Ключевые слова: сахарный диабет, диабетическая оптическая нейропатия, определение, классификация.

Клиническая и экспериментальная патология Т.16, №2 (60). С.86-90.

ДИАБЕТИЧЕСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ НЕЙРОПАТИЯ: ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

М.А. Карлійчук

Цель работы. Проанализировать современное состояние классификации и определения диабетической оптической нейропатии по данным литературы. В обзоре литературы проведен анализ современных взглядов на определение и существующие классификации диабетической оптической нейропатии.

Выводы. Обзор литературы свидетельствует об отсутствии определения особенностей поражения зрительного нерва в зависимости от степени тяжести диабетической полинейропатии, а также морфологических изменений ганглионарного слоя и слоя нервных волокон сетчатки в зависимости от стадии диабетической оптической нейропатии.

Key words: diabetes mellitus, diabetic optic neuropathy, definition, classification.

Clinical and experimental pathology. Vol.16, №2 (60). P.86-90.

DIABETIC OPTIC NEUROPATHY: PROBLEMS OF DEFINITION AND CLASSIFICATION (REVIEW OF LITERATURE)

М.А. Karliychuk

Objective. To analyse the current state of classification and definition of diabetic optic neuropathy according to the literature data. Analysis of current views on definition and existing classifications of diabetic optic neuropathy was conducted in the review of literature.

Conclusions. Presented literature data indicate the absence of peculiarities of optic nerve damage depending on diabetic polyneuropathy severity degree and also on morphological changes of ganglion layer and retinal nerve fiber layer depending on diabetic optic neuropathy stage.

Вступ

Згідно з даними ВООЗ, поширеність цукрового діабету щорічно збільшується, набуваючи характеру пандемії [1,3,20]. У 2013 році на земній кулі нараховувалося близько 382 млн. хворих на ЦД. Через 25 років прогнозують збільшення їх кількості до 592 млн. осіб [2]. Ріст захворюваності пов'язують зі збільшенням тривалості життя, поширеністю "діабетогенного" способу життя (гіподинамії, висококалорійної їжі, ожиріння), а також удосконаленням методів діагностики захворювання [2].

Дослідницька група ВООЗ з цукрового діабету вка-

зує на те, що діабетична полінейропатія (ДПН), тобто "ураження нервових волокон, які проводять збудження від органів, інervують м'язи, кровоносні судини та внутрішні органи", є найчастішим ускладненням діабету [23,29,30]. Захворювання проявляється пошкодженням черепно-мозкових, спинномозкових, вегетативних соматичних нервів та порушенням інervації й трофіки вісцеральних органів [5,14,15,19,29].

Частота діабетичної полінейропатії при цукровому діабеті, за даними різних авторів, коливається від 12 до 95 % [3,8,16,23,29]. Такий широкий діапазон зумовлений

використання різних клініко-інструментальних критеріїв та залежить від чутливості методів діагностики [8,15].

Діабетична оптична нейропатія (ДОН) є частковим проявом системної ДПН, за якої відмічається ураження II пари черепно-мозкових нервів - зорових нервів, анатомічним та функціональним, продовженням якого є шар нервових волокон сітківки [10,16]. Структурні та функціональні зміни сітківки у хворих на цукровий діабет ще до появи діабетичної ретинопатії засвідчують про роль ДПН в їх походженні [10,25,28,31]. За даними різних авторів, ДОН виявляється у 7-30,7% хворих на цукровий діабет та є однією з причин інвалідності внаслідок зниження або повної втрати зору [7,12,13,22]. Розбіжність літературних відомостей пояснюється неоднорідністю груп спостереження, різним методологічним рівнем досліджень та важкістю диференційної діагностики.

Мета роботи

Проаналізувати сучасний стан вивчення класифікації та визначення діабетичної оптичної нейропатії за даними літератури.

Основна частина

Медичну та соціально-економічну значимість проблеми діабетичної оптичної нейропатії важко переоцінити, беручи до уваги масштаб захворювання та частоту інвалідизуючих уражень зорового нерва зі зниженням якості життя та соціальної активності хворих. Однак дотепер ДОН залишається проблемою з багатьма невирішеними питаннями [11,13,26].

На теперішній час немає єдиної загальноприйнятої класифікації хвороби, а існуючі класифікації є достатньо суперечливими.

М. Algan зі співавторами виділили 4 клінічні форми оптичної нейропатії у хворих на цукровий діабет: аксіальна оптична нейропатія, передня ішемічна оптична нейропатія, гострий набряк диску зорового нерва (ДЗН), атрофія зорового нерва [26].

1) Аксіальна оптична нейропатія - типова форма ураження при цукровому діабеті, за якої патологічні зміни виявляються впродовж усього зорового нерва.

2) Передня ішемічна оптична нейропатія - гостре порушення кровообігу інтраокулярної частини зорового нерва, при якому рівень зниження зору залежить від кількості пошкоджених нервових волокон.

3) Гострий набряк диску зорового нерва, пов'язаний з епіпапілярною та перипапілярною капілярнопатією внаслідок різкого перепаду рівня глюкози в крові, що відзначаємо у молодих хворих на цукровий діабет I типу та часто буває безсимптомним.

4) Атрофія зорового нерва, що є наслідком аксіальної та передньої ішемічної нейропатії.

Крім того, автори вказують на існування синдрому Вольфрама у дітей, який характеризується наявністю цукрового діабету, оптичної нейропатії та глухоти [26].

Inoue M. та Tsukahara Y. виділили 3 типи оптичної нейропатії у хворих на цукровий діабет: передня та задня ішемічна оптична нейропатія, а також діабетична

папілопатія [22].

1) Передня ішемічна оптична нейропатія - найбільш розповсюджений тип, що виникає у 20 % хворих на цукровий діабет та супроводжується специфічними змінами очного дна та дефектами поля зору, гострота зору коливається від 1,5 до світловідчуття, але у 76 % хворих знижена.

2) Задня ішемічна оптична нейропатія - характеризується порушеннями зорових функцій (дефектами поля зору, гострота зору коливається від 1,0 до відсутності світловідчуття) на фоні нормального очного дна впродовж декількох тижнів, а пізніше розвивається атрофія зорового нерва.

3) Діабетична папілопатія характеризується значним набряком диску зорового нерва та телеангіоектазією епіпапілярних капілярів без порушення або з незначними порушеннями зорових функцій; виникає як при 1-му, так і при 2-му типі цукрового діабету, здебільшого у молодих, але може бути й у хворих похилого віку; прогноз сприятливий: відзначається спонтанне зникнення симптомів [22].

Недзвецька О.В. при ювенільному цукровому діабеті виділила 4 типи ураження зорового нерва: діабетичну папілопатію, передню та задню оптичну нейропатію, ретробульбарний неврит [7].

1) Діабетична папілопатія патогенетично пов'язана з васкулопатією та виявляється, як правило, за вираженої альбумінурії на фоні декомпенсації цукрового діабету.

2-3) Передня та задня оптичні нейропатії у хворих на цукровий діабет є неспецифічними, тобто не відрізняються від таких у хворих без цукрового діабету.

4) Ретробульбарний неврит діагностується на фоні декомпенсації цукрового діабету, характеризується двобічним ураженням та регресом функціональних розладів.

Скрипнік Р.Л. виділила 2 форми діабетичної оптичної нейропатії (гостра та хронічна), а також 3 стадії хронічної ДОН: початкова, виражена та дистрофічна [13].

1) Гостра форма ДОН трапляється рідко (становить 1,9 % хворих на ДОН), проявляється значним зниженням гостроти зору, в середньому до $0,07 \pm 0,002$, та появою в полі зору скотом, частіше секторальних. Для картини очного дна характерні порушення чіткості меж диска зорового нерва, його збліднення й набряк (до 2,0 мм) та зміни судин сітківки: розширення й звитість вен, незначна звуженість артерій.

2) Хронічна форма є типовою для ДОН (трапляється у 98,1 % хворих), характеризується стадійністю розвитку.

Першу (початкову) стадію хронічної ДОН, яка супроводжується функціональними порушеннями, діагностують за допомогою офтальмохромоскопії: характеризується нечіткістю меж диска зорового нерва в безчервоному світлі та його гіперемією при надавлюванні на очне яблуко, а також змінами судин сітківки: розширенням й звитістю вен, мікроаневризмиами по ходу судин. На даній стадії захворювання виявляється у третині випадків [13].

Друга (виражена) стадія хронічної діабетичної оптичної нейропатії проявляється характерними змінами

очного дна при офтальмоскопії (вираженою гіперемією диска зорового нерва й незначним його набряком - до 1,0 мм, підвищенням судинного індексу до 1,5) та офтальмохромоскопії (двокольоровістю у пурпурному світлі: синім світінням набряклої тканини й червоним кольором диска, потовщенням нервових волокон сітківки у жовто-зеленому світлі). Спостерігається у половини хворих на ДОН [13]. Дана стадія характеризується порушеннями гемодинаміки та провідності зорового аналізатора.

У третій (дистрофічній) стадії, зумовленій дегенерацією та деструкцією нервових волокон, захворювання виявляється у 17 % хворих на хронічну ДОН: при офтальмоскопії межі диска зорового нерва набувають чіткості, при офтальмохромоскопії у пурпурному світлі спостерігається його збліднення, в жовто-зеленому світлі спостерігається "обрив" і зникнення нервових волокон [13].

Полякова М. О. [12] виділила 4 стадії ДОН: субклінічну, початкову, розвинуту та виражену:

1) субклінічну стадію ДОН діагностують у хворих на цукровий діабет при відсутності клінічних симптомів захворювання за допомогою специфічних колориметричних та морфометричних ознак: при субклінічній діабетичній ретинопатії (ДР) - діаметр (D) артеріол / D ДЗН < 0,076, D венул / D ДЗН < 0,14; при маніфестній ДР - D артеріол / D ДЗН < 0,005, D венул / D ДЗН < 0,18;

2) початкова стадія характеризується змінами в безчервоному світлі (більш темним кольором ДЗН та легким затуманенням його контурів у місцях перетину судинами великого калібру), а також незначним збільшенням порога електричної чутливості сітківки та зниженням лабільності зорового нерва;

3) розвинуту стадію діагностують за наявності змін на очному дні, виявлених за допомогою офтальмоскопії (легкої гіперемії та секторального затуманення контурів диска, в основному, з назального боку) та електрофізіологічних методів (помірного збільшення порога електричної чутливості сітківки та зниження лабільності зорового нерва);

4) виражена стадія офтальмоскопічно характеризується деколорацією ДЗН різного ступеня, а також вираженими електрофізіологічними змінами [12].

Таким чином, наявні в літературі класифікації ДОН різняться, в деяких моментах суперечать одна одній. Крім того, жодна не враховує специфічних томографічних ознак захворювання. На нашу думку, потрібно розробити узагальнюючу класифікацію ДОН на основі клініко-томографічних його ознак. Це дасть можливість більш точно діагностувати захворювання та розширити наші знання про його клініко-патогенетичні механізми.

Відповідно до відомостей Скрипник Р.Л., 2005, у більшості хворих (66,7%) діабетичне ураження зорового нерва виявляється пізно на етапі незворотної загибелі значної частини нейронів. У більшості хворих (56,4%) діагностика ДОН на ранній стадії не допомагає уникнути прогресування захворювання та його переходу до наступної, вираженої стадії [13]. Виявлення захворювання в асимптоматичній (субклінічній) стадії та вчасне призначення терапії, на нашу думку, допомогло

б зупинити його до масивної незворотної загибелі нервових волокон зорового нерва, а тому є пріоритетною задачею.

Для діагностики субклінічної ДОН Недзвецька О.В. запропонувала використовувати візокотрастопериметрію [7]. Гаврилова Н.А. розробила метод виявлення субклінічної ДОН, оснований на дослідженні активності лужної фосфатази: ДОН виявляють при зниженні її активності менше 110 ОД/л [4]. Іойлева Є.Е. довела ефективність використання колориметричного аналізу ДЗН для діагностики ДОН [6].

Полякова М.О. пропонує визначати субклінічну ДОН за допомогою ретинофота, цифрової фотокамери та спеціальної комп'ютерної системи на основі методу цифрового аналізу ДЗН. На думку автора, субклінічну ДОН визначають за специфічними колориметричними (якщо кольоровий тон < 18,3±0,3, насиченість > 47,8±0,9, виразність (яскравість) < 92,9±0,3) та морфометричними ознаками (якщо діаметр (D) артеріол / D ДЗН < 0,076, D венул / D ДЗН < 0,14 при субклінічній ДР; D артеріол / D ДЗН < 0,005, D венул / D ДЗН < 0,18 - при маніфестній ДР) [12]. Однак відомі способи визначення субклінічної ДОН не отримали широкого застосування, адже потребують низки спеціального, мало розповсюдженого обладнання.

Розвиток сучасних технологій, а саме поява методу оптичної когерентної томографії, відкриває нові можливості для більш ранньої та вдосконаленої діагностики ДОН, оскільки забезпечує новий підхід для прижиттєвого вивчення структур сітківки та зорового нерва. Більш того, на сьогодні оптична когерентна томографія є стандартним, неінвазивним та надійним методом кількісного аналізу структури сітківки на різних рівнях. Визначення товщини комплексу гангліонарних клітин сітківки та шару нервових волокон увійшло до "золотого стандарту" визначення оптичної нейропатії при глаукомі [21,24,27,32] та ендокринній офтальмопатії [9].

Експериментально доведено, що при цукровому діабеті відзначається пошкодження ретроградного аксонального транспорту у гангліонарних клітинах сітківки великого та середнього розміру, що призводить до пошкодження їх аксонів й клітинних тіл та проявляється потоншенням як гангліонарного шару, так і шару нервових волокон сітківки [17,18,25,28]. Логічно припустити можливість виявлення асимптоматичної (субклінічної) ДОН за допомогою оптичної когерентної томографії, але дотепер не розроблено специфічних діагностичних критеріїв цього захворювання.

Діабетична оптична нейропатія є частковим проявом генералізованого ураження нервової системи при цукровому діабеті [16]. Тобто, гіпотетично за змінами зорового нерва можна судити про діабетичне пошкодження нервових волокон в цілому й навпаки, а сітківку використовувати як "модель" системної діабетичної полінейропатії [10,16]. Однак відомості у літературі з цього приводу є фрагментарними. Не визначено особливостей ураження зорового нерва залежно від стадії тяжкості ДПН. Крім того, зацікавленість викликає можливість ранньої діагностики ДПН за допомогою виявлення ураження зорового нерва методом оптичної ко-

герентної томографії. Виявлення морфологічних змін гангліонарного шару та шару нервових волокон сітківки залежно від стадії ДОН та уточнення існуючих класифікацій на основі отриманих показників дасть можливість більш точної діагностики захворювання та розширить наші знання про його клініко-патогенетичні механізми.

Висновки

Аналіз літератури демонструє, що на теперішній час не визначено особливостей ураження зорового нерва залежно від стадії тяжкості діабетичної полінейропатії. Існуючі класифікації діабетичної оптичної нейропатії не враховують морфологічні зміни гангліонарного шару та шару нервових волокон сітківки залежно від ступеня ураження зорового нерва.

Перспективи подальших досліджень

Вивчення морфологічних змін гангліонарного шару та шару нервових волокон сітківки залежно від ступеня ураження зорового нерва при цукровому діабеті залежно від стадії тяжкості діабетичної полінейропатії та уточнення існуючих класифікацій діабетичної оптичної нейропатії.

Список літератури:

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом /под ред. И.И. Дедова и др. 8-й вып. Москва: УП ПРИНТ, 2017. 112 с.
2. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения. 2-е изд., переработ. и допол. Москва: ГЭОТАР-Медицина, 2014. 1032 с.
3. Гаврилова Н.А. Патогенетические механизмы развития диабетической ретинопатии, диагностика ранних стадий, прогноз и профилактика развития, дифференцированный подход к лечению: автореф. дисс...доктора мед. наук. Москва, 2004. 23с.
4. Диагностика патологии зрительного нерва на основе метода колориметрического анализа с применением нейросетевых технологий /Е.Э. Иойлева и др. Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16, № 3, Ч. 2. С. 86-90.
5. Котов С.В., Калинин А.П., Рудаковав И.Г. Диабетическая нейропатия. 2-е изд., переработ. и допол. Москва: ООО "Издательство "медицинское информационное агенство", 2011. 440 с.
6. Недзвецька О.В. Клінічні прояви і патогенетичні механізми ретинопатії у хворих на ювенільний цукровий діабет, методи лікування (клініко-експериментальне дослідження): автореф. дис... доктора мед. наук. Одеса, 2003. 23 с.
7. Нестерова М.В., Галкин В.В. Патогенез, классификация, клиника и лечение диабетической полинейропатии. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2013. № 2. С. 97-105.
8. Оптическая когерентная томография в диагностике нейропатии у больных с эндокринной офтальмопатией /С.В. Харинцева и др. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011. № 6. С. 97-99.
9. Офтальмологические маркеры диабетической полинейропатии /М.И. Красавина и др. Офтальмологические ведомости. 2016. Т. IX, № 1. С. 38-46.
10. Полякова М.А. Патогенетические и клинико-диагностические аспекты ранних стадий диабетической оптической нейропатии: автореф. дис... канд. мед. наук. Москва, 2016. 25 с.
11. Скрипник Р.Л., Тихончук Н.А., Лин На. Підвищення ефективності лікування хворих з діабетичною оптичною нейропатією. Клінічна фармація. 2007. Т. 11, № 2. С. 23-25.
12. Скрипник Р.Л. Пошкодження зорового нерва при цукровому діабеті (патогенез, клініка, діагностика, лікування): автореф. дис... доктора мед. наук. Одеса, 2005. 34 с.
13. Тириков И.В. Диабетическая полинейропатия (факторы риска, прогнозирование развития, варианты клинического течения): автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Иркутск, 2012. 25 с.
14. Ткаченко В.І., Маньковський Б.М., Долженко М.М. Клінічна та експериментальна патологія. 2017. Т.16, №2 (60)

Аналіз медичного стану пацієнтів із цукровим діабетом 2-го типу та його впливу на розвиток ускладнень. Міжнародний ендокринологічний журнал. 2014. № 8. С. 18-24.

15. Храмили В.Н. Диабетическая полинейропатия. Обзор современных рекомендаций. Русский медицинский журнал. 2012. Т. 20, № 32. С. 1580-1582.
16. Цыренжапова Р.Б., Алифиров В.М. Новые методы диагностики диабетической невропатии. Бюллетень Сибирской медицины. 2013. Т. 12, № 1. С. 101-108. doi: <http://dx.doi.org/10.20538/1682-0363-2013-1-101-108>
17. Algan M, Ziegler O, Drouin P. Optic neuropathy in diabetic subjects. *Diabete Metab.* 1993 Sep-Oct;19(5):395-9.
18. Carpineto P, Toto L, Aloia R, Ciciarelli V, Borrelli E, Vitacolonna E, et al. Neuroretinal alterations in the early stages of diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eye (Lond).* 2016 May;30(5):673-9. doi: [10.1038/eye.2016.13](https://doi.org/10.1038/eye.2016.13).
19. de Moraes G, Layton CJ. Therapeutic targeting of diabetic retinal neuropathy as a strategy in preventing diabetic retinopathy. *Clin Exp Ophthalmol.* 2016 Dec;44(9):838-852. doi: [10.1111/ceo.12795](https://doi.org/10.1111/ceo.12795).
20. Dyck PJ, Windebank AJ. Diabetic and nondiabetic lumbosacral radiculoplexus neuropathies: new insights into pathophysiology and treatment. *Muscle Nerve.* 2002 Apr; 25(4):477-91.
21. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Diabetes Res Clin Pract.* 2013 Dec; 103(2):137-49. doi: [10.1016/j.diabres.2013.11.002](https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.002)
22. Inoue M, Tsukahara Y. Vascular optic neuropathy in diabetes mellitus. *Jpn J Ophthalmol.* 1997 Sep-Oct;41(5):328-31.
23. Juster-Switlyk K, Smith AG. Updates in diabetic peripheral neuropathy. Published online [Internet]. 2016; Apr 25 [cited 2017 May 29];5:738. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4847561/> doi: [10.12688/fl1000research.7898.1](https://doi.org/10.12688/fl1000research.7898.1).
24. Leung CK, Ye C, Weinreb RN, Cheung CY, Qiu Q, Liu S, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography a study on diagnostic agreement with Heidelberg Retinal Tomograph. *Ophthalmology.* 2010 Feb;117(2):267-74. doi: [10.1016/j.ophtha.2009.06.061](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.061).
25. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Sample PA, Weinreb RN. Use of progressive glaucomatous optic disk change as the reference standard for evaluation of diagnostic tests in glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 2005 Jun;139(6):1010-8.
26. Skarf B. Retinal nerve fibre layer loss in diabetes mellitus without retinopathy. *Br J of Ophthalmol.* 2002 Jul; 86(7): 709.
27. Strouthidis NG, Fortune B, Yang H, Sigal IA, Burgoyne CF. Longitudinal change detected by spectral domain optical coherence tomography in the optic nerve head and peripapillary retina in experimental glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Mar 2;52(3):1206-19. doi: [10.1167/iovs.10-5599](https://doi.org/10.1167/iovs.10-5599).
28. Tesfaye S, Kempler P. Painful diabetic neuropathy. 2005 *May;48(5):805-7.* doi: [10.1007/s00125-005-1721-7](https://doi.org/10.1007/s00125-005-1721-7)
29. Tesfaye S, Chaturvedi N, Eaton SE, Ward JD, Manes C, Ionescu-Tirgoviste C, et al. Vascular risk factors and diabetic neuropathy. *N Engl J Med.* 2005 Jan 27;352(4):341-50.
30. Townsend KA, Wollstein G, Schuman JS. Imaging of the retinal nerve fibre layer for glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 2009 Feb;93(2):139-43. doi: [10.1136/bjo.2008.145540.31](https://doi.org/10.1136/bjo.2008.145540.31). Khan A, Petropoulos IN, Ponirakis G, Malik RA.
31. van Dijk HW, Verbraak FD, Stehouwer M, Kok PH, Garvin MK, Sonka M, et al. Association of visual function and ganglion cell layer thickness in patients with diabetes mellitus type 1 and no or minimal diabetic retinopathy. *Vision Res.* 2011 Jan 28;51(2):224-8. doi: [10.1016/j.visres.2010.08.024](https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.08.024).
32. Visual complications in diabetes mellitus: beyond retinopathy. *Diabet Med.* 2017 Apr;34(4):478-484. doi: [10.1111/dme.13296](https://doi.org/10.1111/dme.13296).

References:

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом [Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus] /под ред. И. Дедова и др. 8-й вып. Москва: УП ПРИНТ, 2017. 112 с. (in Russian).
2. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения [Diabetes mellitus type 2. Problems and solutions]. 2-е изд., переработ. и допол. Москва: GEOTAR- Meditsina, 2014. 1032 с. (in Russian).

3. Gavrilova N.A. Patogeneticheskie mekhanizmy razvitiya diabeticheskoy retinopatii, diagnostika rannikh stadiy, prognoz i profilaktika razvitiya, differentsirovannyi podkhod k lecheniyu [Pathogenetic mechanisms of development of diabetic retinopathy, diagnostics of early stages, prognosis and prophylaxis of development, differentiated approach to treatment]: avtoref. diss. ... doktora med. nauk. Moskva, 2004. 23 s. (in Russian).
4. Diagnostika patologii zritel'nogo nerva na osnove metoda kolorimetriceskogo analiza s primeneniem neyrosetevykh tekhnologiy [Diagnosis of the pathology of the optic nerve based on the method of colorimetric analysis using neural network technologies] / E.E. Ioyleva i dr. Tavricheskii mediko-biologicheskii vestnik. 2013. T. 16, № 3, Ch. 2. S. 86-90. (in Russian).
5. Kotov S.V., Kalinin A.P., Rudakov I.G. Diabeticheskaya neyropatiya [Diabetic Neuropathy]. 2-e izd., pererabot. i dopol. Moskva: OOO "Izdatel'stvo "meditsinskoe informatsionnoe agenzstvo", 2011. 440 s. (in Russian).
6. Nedzvetska O.V. Klinichni proiavy i patohenetichni mekhanizmy retinopatii u khvorykh na yuvenil'nyi tsukrovyy diabet, metody likuvannya (kliniko-ekspyrymetnal'ne doslidzhennia) [Clinical manifestations and pathogenic mechanisms of retinopathy in patients with juvenile diabetes treatment (clinical research expyrymetnalne)]: avtoref. dys... doktora med. nauk. Odesa, 2003. 23 s. (in Ukrainian).
7. Nesterova M.V., Galkin V.V. Patogenez, klassifikatsiya, klinika i lechenie diabeticheskoy polineyropatii [Pathogenesis, classification, clinic and treatment of diabetic polyneuropathy]. Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika. 2013. № 2. S. 97-105. (in Russian).
8. Opticheskaya kogerentnaya tomografiya v diagnostike neyropatii u bol'nykh s endokrinnoy oftal'mopatiy [Optical coherence tomography in the diagnosis of neuropathy in patients with endocrine ophthalmopathy] / S.V. Kharintseva i dr. Byulleten' VSNTs SO RAMN. 2011. № 6. S. 97-99. (in Russian).
9. Oftal'mologicheskie markery diabeticheskoy polineyropatii [Ophthalmic markers of diabetic polyneuropathy] / M.I. Krasavina i dr. Oftal'mologicheskie vedomosti. 2016. T. IX, № 1. S. 38-46. (in Russian).
10. Polyakova M.A. Patogeneticheskie i kliniko-diagnosticheskie aspekty rannikh stadiy diabeticheskoy opticheskoy neyropatii [Pathogenetic and clinical-diagnostic aspects of early stages of diabetic optic neuropathy]: avtoref. diss. ... doktora med. nauk. Moskva, 2016. 25 s. (in Russian).
11. Skrypnyk R.L., Tykhonchuk N.A., Lyn Na. Pidvyschennia efektyvnosti likuvannya khvorykh z diabetichnoiu optychnoju neyropatiyeiu [Improved treatment of patients with diabetic optic neuropathy]. Klinichna farmatsiia. 2007. T. 11, № 2. S. 23-25. (in Ukrainian).
12. Skrypnyk R.L. Poshkodzhennia zorovoho nerva pry tsukrovomu diabete (patohenez, klinika, diahnozyka, likuvannya) [Damage to the optic nerve diabetes (pathogenesis, clinical manifestations, diagnosis, treatment)]: avtoref. dys... doktora med. nauk. Odesa, 2005. 34 s. (in Ukrainian).
13. Tirikov I.V. Diabeticheskaya polineyropatiya (faktory riska, prognozirovaniye razvitiya, varianty klinicheskogo techeniya) [Diabetic polyneuropathy (risk factors, development prognosis, clinical course variants)]: avtoref. diss... kand. med. nauk. Irkutsk, 2012. 25 s. (in Russian).
14. Tkachenko V.I., Mankovskyi B.M., Dolzhenko M.M. Analiz medychnoho stanu patsiyentiv iz tsukrovym diabetom 2-ho typu ta yoho vplyvu na rozvytok uskladnen' [Analysis of the medical condition of patients with diabetes mellitus type 2 and its impact on the development of complications]. Mizhnarodnyi endokrynologichnyi zhurnal. 2014. № 8. S. 18-24. (in Ukrainian).
15. Khramilin V.N. Diabeticheskaya polineyropatiya. Obzor sovremennykh rekomendatsiy [Diabetic polyneuropathy. Review of current recommendations]. Russkiiy meditsinskiiy zhurnal. 2012. T. 20, № 32. S. 1580-1582. (in Russian).
16. Tsyrenzhapova R.B., Alifirova V.M. Novye metody diagnostiki diabeticheskoy neyropatii [New methods of diagnosing diabetic neuropathy]. Byulleten' Sibirskoy meditsiny. 2013. T. 12, № 1. S. 101-108. doi: <http://dx.doi.org/10.20538/1682-0363-2013-1-101-108> (in Russian).
17. Algan M, Ziegler O, Drouin P. Optic neuropathy in diabetic subjects. Diabete Metab. 1993 Sep-Oct;19(5):395-9.
18. Carpineto P, Toto L, Aloia R, Ciciarelli V, Borrelli E, Vitacolonna E, et al. Neuroretinal alterations in the early stages of diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus. Eye (Lond). 2016 May;30(5):673-9. doi: [10.1038/eye.2016.13](https://doi.org/10.1038/eye.2016.13).
19. de Moraes G, Layton CJ. Therapeutic targeting of diabetic retinal neuropathy as a strategy in preventing diabetic retinopathy. Clin Exp Ophthalmol. 2016 Dec;44(9):838-852. doi: [10.1111/ceo.12795](https://doi.org/10.1111/ceo.12795).
20. Dyck PJ, Windebank AJ. Diabetic and nondiabetic lumbosacral radiculoplexus neuropathies: new insights into pathophysiology and treatment. Muscle Nerve. 2002 Apr;25(4):477-91.
21. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Diabetes Res Clin Pract. 2013 Dec; 103(2):137-49. doi: [10.1016/j.diabres.2013.11.002](https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.002)
22. Inoue M, Tsukahara Y. Vascular optic neuropathy in diabetes mellitus. Jpn J Ophthalmol. 1997 Sep-Oct;41(5):328-31.
23. Juster-Switlyk K, Smith AG. Updates in diabetic peripheral neuropathy. Published online [Internet]. 2016; Apr 25 [cited 2017 May 29];5:738. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4847561/> doi: [10.12688/f1000research.7898.1](https://doi.org/10.12688/f1000research.7898.1).
24. Leung CK, Ye C, Weinreb RN, Cheung CY, Qiu Q, Liu S, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a study on diagnostic agreement with Heidelberg Retinal Tomograph. Ophthalmology. 2010 Feb;117(2): 267-74. doi: [10.1016/j.ophtha.2009.06.061](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.061).
25. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Sample PA, Weinreb RN. Use of progressive glaucomatous optic disk change as the reference standard for evaluation of diagnostic tests in glaucoma. Am J Ophthalmol. 2005 Jun;139(6):1010-8.
26. Skarf B. Retinal nerve fibre layer loss in diabetes mellitus without retinopathy. Br J of Ophthalmol. 2002 Jul; 86(7): 709.
27. Strouthidis NG, Fortune B, Yang H, Sigal IA, Burgoyne CF. Longitudinal change detected by spectral domain optical coherence tomography in the optic nerve head and peripapillary retina in experimental glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011 Mar 2;52(3):1206-19. doi: [10.1167/iovs.10-5599](https://doi.org/10.1167/iovs.10-5599).
28. Tesfaye S, Kempler P. Painful diabetic neuropathy. 2005 May;48(5):805-7. doi: [10.1007/s00125-005-1721-7](https://doi.org/10.1007/s00125-005-1721-7)
29. Tesfaye S, Chaturvedi N, Eaton SE, Ward JD, Manes C, Ionescu-Tirgoviste C, et al. Vascular risk factors and diabetic neuropathy. N Engl J Med. 2005 Jan 27;352(4):341-50.
30. Townsend KA, Wollstein G, Schuman JS. Imaging of the retinal nerve fibre layer for glaucoma. Br J Ophthalmol. 2009 Feb;93(2):139-43. doi: [10.1136/bjo.2008.145540](https://doi.org/10.1136/bjo.2008.145540).
31. van Dijk HW, Verbraak FD, Stehouwer M, Kok PH, Garvin MK, Sonka M, et al. Association of visual function and ganglion cell layer thickness in patients with diabetes mellitus type 1 and no or minimal diabetic retinopathy. Vision Res. 2011 Jan 28;51(2): 224-8. doi: [10.1016/j.visres.2010.08.024](https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.08.024).
32. Khan A, Petropoulos IN, Ponirakis G, Malik RA. Visual complications in diabetes mellitus: beyond retinopathy. Diabet Med. 2017 Apr;34(4):478-484. doi: [10.1111/dme.13296](https://doi.org/10.1111/dme.13296).

Відомості про авторів: Карлійчук М.А., к. мед. наук, кафедра офтальмології ім. Б.Л. Радзіховського Вищого державного навчального закладу України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці

Сведения об авторах: Карлійчук М.А., к. мед. наук, кафедра офтальмології ім. Б.Л. Радзіховського Вищого державного навчального закладу України "Буковинський державний медичний університет", г. Черновцы

Information about authors: Karlyichuk M.A., candidate of medical sciences, Department of Ophthalmology them. B.L. Radzikhovsky Higher State Educational Institution of Ukraine "Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Надійшла до редакції 15.04.2017
Рецензент – проф. Н.В. Пащковська
© М.А. Карлійчук, 2017