

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХРУСТАЛИКА

УДК 617.741:612.66

Поступила 7.07.2010 г.

Ю.В. Кудрявцева, к.м.н., доцент кафедры офтальмологии¹; врач-офтальмолог²;А.Д. Чупров, д.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии¹; главный врач²;В.А. Кудрявцев, к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой физики и информатики¹;П.И. Цапок, д.м.н., профессор, зав. кафедрой биологической химии¹;И.А. Гаврилова, врач-офтальмолог²¹Кировская государственная медицинская академия, Киров;²Кировская клиническая офтальмологическая больница, Киров

Цель исследования — оценить изменения физических свойств хрусталика с возрастом.

Материалы и методы. Обследованы пациенты в возрасте от 57 до 90 лет. Исследовано 73 ядра хрусталика с катарактой различной степени зрелости, которые получены методом экстракапсулярной экстракции катаракты. До операции определяли относительную акустическую плотность хрусталика по оригинальной методике, оценивали цвет хрусталика и массу ядра.

Результаты. С возрастом несколько увеличивается коричневый цвет ядра хрусталика ($r=0,4$; $p<0,05$). Среднее значение относительной акустической плотности хрусталика — $0,59\pm 0,01$. Средняя масса ядра хрусталика — $98,3\pm 1,0$ мг, средняя плотность его составила $1312,0\pm 12,0$ мг/м². Выявлено, что зрелая катаракта не всегда является твердой ($r=0,4$; $p<0,05$), т.е. в этом случае зависимость — обратная. При увеличении плотности хрусталика возрастает механическая твердость его ядра ($r=0,4$; $p<0,05$), которая также повышается с возрастом ($r=0,74$, $p<0,05$). Установлено, что возраст не является решающим фактором в появлении и прогрессировании катаракты.

Заключение. Механические свойства хрусталика зависят от изменения его химического состава. При старении происходит усиление коричневой окраски хрусталика, увеличивается механическая твердость ядра хрусталика, острота зрения при этом может изменяться незначительно. Созревание катаракты и увеличение твердости хрусталика являются химически разными процессами и протекают независимо друг от друга.

Ключевые слова: хрусталик, плотность хрусталика, твердость хрусталика.

English

Aging changes of lens physical properties

Y.V. Kudryavtseva, PhD, Associate Professor, the Department of Ophthalmology¹; Ophthalmologist²;A.D. Chuprov, D.Med.Sc., Associate Professor, Head of the Department of Ophthalmology¹; Head Doctor²;V.A. Kudryavtsev, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Information Technology¹;P.I. Tsapock, D.Med.Sc., Professor, Head of the Department of Biological Chemistry¹;I.A. Gavrilova, Ophthalmologist²¹Kirov State Medical Academy, Kirov;²Kirov Clinical Ophthalmological Hospital, Kirov

The aim of the work is to assess aging changes of lens physical properties.

Materials and Methods. There have been examined the patients aged 57—90 years. 73 lens nuclei with cataract of different maturity degree taken by means of extracapsular cataract extraction have been studied. Before the operation there has been determined relative echodensity of lens according to an original technique and assessed the lens colour and nuclear mass.

Results. Brown colour of the lens nucleus is slightly increasing with years ($r=0.4$; $p<0.05$). Mean value of relative lens echodensity is 0.59 ± 0.01 . An average mass of lens nucleus is 98.3 ± 1.0 mg, and its average density is 1312.0 ± 12.0 mg/m². Mature cataract is revealed to be not always hard ($r=0.4$; $p<0.05$), i.e. in this case the relation is inverse. When lens density increases, mechanical hardness of its nucleus grows up ($r=0.4$, $p<0.05$). At the same time mechanical density of lens nucleus increases with the increase of years ($r=0.74$, $p<0.05$). Age is stated not to be a controlling factor in cataract occurring and progressing.

Conclusion. Lens mechanical characteristics depend on its chemical composition, and in aging brown colour of the lens increases, mechanical density of lens nucleus grows up, and vision can change slightly. Cataract maturation and the increase of lens density are chemically different processes and independent of each other.

Key words: lens, lens density, lens hardness.

Для контактов: Кудрявцева Юлия Владимировна, тел. моб. +7 909-131-85-58; e-mail: July_Kud@mail.ru.

Современные операции по удалению катаракты с использованием микроразрезов выполняются с высокой вероятностью успеха, однако проблема возрастных изменений хрусталика заключается не только в его помутнении, но и в изменении механических характеристик ядра. «Твердые» ядра значительно снижают возможности микродоступов. Формально любая потеря нормальной прозрачности хрусталика, ограничивающая прохождение света, может рассматриваться как катаракта [1—3]. Согласно этому определению, катаракту можно считать естественным возрастным изменением, так как помутнения в хрусталике выявляются у большинства людей старше 60 лет. В то же время возрастные изменения хрусталика начинаются гораздо раньше. Они возникают с потери эластичности ядра хрусталика, что приводит к снижению объема аккомодации. Появляется желтоватая окраска ядра, изменяется коэффициент преломления. Существует мнение, что появление желтоватой окраски с возрастом является своеобразным механизмом защиты центральной зоны сетчатки от повреждающего действия ультрафиолетового и синего света [4]. Таким образом, с возрастом происходят значительные изменения физических свойств хрусталика, что может влиять и на зрительные функции, и на поведение хирургических манипуляций при удалении катаракты.

Цель исследования — оценить возрастные изменения физических свойств хрусталика.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны пациенты в возрасте от 57 до 90 лет (средний возраст — 73 года). Изучено 73 ядра хрусталика с катарактой различной степени зрелости. Для контроля использовали прозрачные хрусталики из энуклеированных глаз (3 хрусталика). Ядро хрусталика получали методом экстракапсулярной экстракции катаракты по стандартной технологии.

Перед операцией определяли относительную акустическую плотность хрусталика по оригинальной методике [5]. Она заключается в интерпретации информации, получаемой при А-сканировании глаза. Оценка ультразвуковой плотности выражается отношением длины ультразвукового пика от задней поверхности хрусталика к длине пика от передней поверхности хрусталика, выраженным в относительных единицах. Параметр назван «дельта» (σ). На основании сравнительных данных ультразвуковой плотности и механической твердости ядра хрусталика предложена классификация ультразвуковой плотности хрусталика. В ней выделено три градации: I — низкая плотность ($\sigma=0,7—1,0$); II — средняя плотность ($\sigma=0,4—0,7$); III — высокая плотность ($\sigma<0,4$) [5].

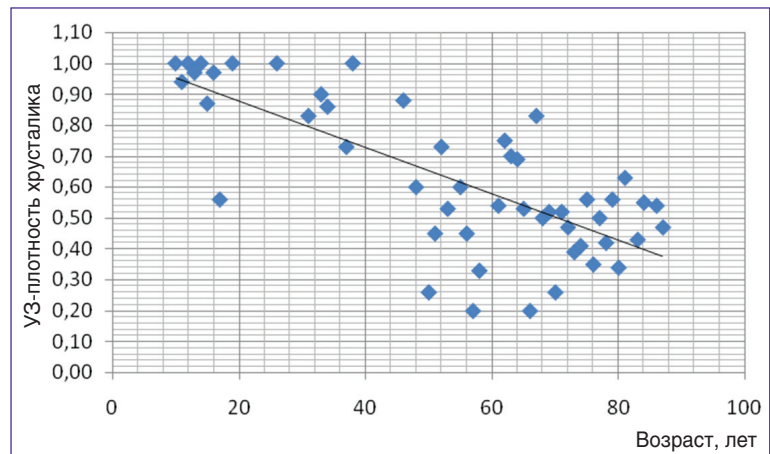
При биомикроскопии оценивали цвет хрусталика с использованием Японской классификации катаракт [6]. По этой классификации различают 4 цветовые градации катарактального хрусталика: I — бледно-желтый (pale-yellow), II — желтый (yellow), III — желто-коричневый (brownish-yellow),

IV — коричневый, красно-коричневый, темно-коричневый (brown, reddish-brown, black-brown) [5]. Определение массы ядра выполняли на аналитических весах ВЛР-200. Статистическая обработка проводилась с помощью пакета программ Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение. Для изучения выбраны физические параметры, которые влияют на остроту зрения пациентов при развитии возрастных изменений хрусталика и от которых зависит длительность ультразвукового воздействия во время факоэмульсификации катаракты. К таким параметрам отнесены плотность ткани хрусталика, твердость его ядра и изменение цвета. Старение хрусталика сопровождается изменением его цвета, чаще всего в сторону увеличения коричневого оттенка. Появление окраски связано с хромофорами, важную роль в возникновении которых играют фотохимические свободно-радикальные реакции [7]. По нашим данным, с возрастом несколько увеличивается коричневый цвет ядра хрусталика ($r=0,4$; $p<0,05$). Эти данные согласуются с результатами исследований других авторов [8, 9].

Среднее значение относительной акустической плотности хрусталика составило $0,59\pm 0,01$, что соответствует средней твердости по предложенной классификации. Средняя масса ядра хрусталика — $98,3\pm 1,0$ мг, средняя плотность ядра хрусталика — $1312,0\pm 12,0$ мг/м². Интересны результаты изучения корреляций между различными физическими параметрами. Существует мнение, что снижение прозрачности хрусталика (созревание катаракты) ведет к увеличению твердости ядра хрусталика. Однако нами установлено, что зрелая катаракта не всегда является твердой: коэффициент корреляции равен $0,4$ ($p<0,05$), т.е. связь здесь — обратная. При повышении плотности хрусталика возрастает его механическая твердость ($r=0,4$; $p<0,05$). В то же время с возрастом механическая твердость ядра хрусталика также увеличивается ($r=0,74$; $p<0,05$).

Итак, при изучении связи ультразвуковой плотности хрусталика и возраста пациента установлена обратная корреляция (см. рисунок). Таким образом, мы полагаем, что механические свойства ядра (твердость) зави-



Зависимость ультразвуковой плотности хрусталика от возраста пациента

сят от химического состава ткани хрусталика, изменения которого происходят с возрастом, но этот процесс не всегда параллелен прогрессирующему помутнению в хрусталике.

Заключение. Механические свойства хрусталика зависят от изменения его химического состава, что подтверждается статистически значимой корреляцией между плотностью и твердостью ядра хрусталика.

При старении происходит возрастание коричневой окраски хрусталика, увеличивается механическая твердость ядра хрусталика, острота зрения при этом может изменяться незначительно. Таким образом, созревание катаракты и увеличение твердости хрусталика являются химически разными процессами и не зависят друг от друга.

Литература

1. Ньюсэм П.Р., Ромеу М.Л., Сегьюти М. и др. Повреждающее действие ультрафиолетового и видимого света на глаза. *Вестник оптометрии* 2007; 3: 53—67.
2. Hall A., Rosenthal A.R. Epidemiology of cataract. In: M. Yanoff, A.S. Duker (editors). *Ophthalmology*. London, England: Mosby; 1999; 4.9.1—4.9.2.
3. Mirsamadi M. Nourmohammadi I. Correlation of human age-related cataract with some blood biochemistry constituents. *Ophthalmic Res* 2003 Nov—Dec; 35(6): 329—334.
4. Островский М.А. Молекулярные механизмы повреждающего действия света на структуры глаза и системы защиты от такого повреждения. В кн.: *Успехи биологической химии*. Т. 45. 2005; с. 173—204.
5. Кудрявцева Ю.В., Чупров А.Д., Кудрявцев В.А. Характеристика неинвазивного ультразвукового метода определения механической твердости хрусталика. *Вестник офтальмологии* 2006; 3: 23—25.
6. Chylack L.T., Ransil B.J., White O. Classification of human senile cataractous change by the American Cooperative Cataract Research Group (CCRG) method. III. The association of nuclear color (sclerosis) with extent of cataract formation, age and visual acuity. *Invest Ophthalmol* 1984; 25(2): 174—180.
7. Фадеев Г.Н. *Химия и цвет*. М: Просвещение; 1977; 159 с.
8. Веселовская З.Ф. *Катаракта*. Киев: Книга плюс; 2002; 208 с.
9. Мальцев Э.В., Вит В.В., Черняева С.Н. и др. Неспецифические эффекты воздействия света на орган зрения. *Офтальмологический журнал* 1999; 2: 88—93.