

© БОРИСОВ С.А., ИВАНОВ В.В.

УМЕРЕННАЯ ГИПОТЕРМИЯ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

С.А. Борисов, В.В. Иванов

Красноярская государственная медицинская академия им. В.Ф. Войно-Ясенецкого, ректор – д.м.н., проф. И.П. Артюхов; кафедра глазных болезней, зав. – д.м.н., проф. В.И. Лазаренко.

Резюме. Известно использование гипотермии в офтальмологии в целях уменьшения внутриглазного давления в качестве способа уменьшения воспалительной реакции для борьбы с осложнениями при лазерной хирургии, для снижения риска осложнений во время внутриглазных операций, для интракапсулярной криоэкстракции катаракты, для криопексии сетчатки, для циклокриокоагуляции, при терапии многих глазных заболеваний, а также для диагностических провокаций. Однако механизмы эффектов гипотермического воздействия на глаз изучены недостаточно. В статье представлен обзор литературы по гипотермии в офтальмологии и вопросы дальнейшего ее изучения.

Ключевые слова: гипотермия, глаз, офтальмоанизотермия.

Все физико-химические явления, поддерживающие жизнедеятельность и обеспечивающие функциональную активность клеток, зависят в большей или меньшей степени от температуры внутренней и внешней сред. Температура тела регулируется таким образом, что остается постоянной в узких рамках. Ее изменения меняют скорость и качественную характеристику метаболических и других биологических процессов [18].

Искусственная гипотермия нашла широкое применение в клинической практике. Чаще всего она используется с профилактической целью для предотвращения метаболических нарушений во время операций и деструктивных процессов в тканях организма, возникающих в период

клинической смерти. В ряде случаев охлаждение применяется не для профилактики осложнений, а для их лечения [26].

Известно применение гипотермии в офтальмологии в качестве способа уменьшения внутриглазного давления [14, 25, 28], воспалительной реакции [10, 14], для борьбы с осложнениями при лазерной хирургии [20], увеличения резервов аккомодации [19], для снижения риска осложнений во время внутриглазных операций [5, 9, 11, 34], для интракапсулярной криоэкстракции катаракты [1, 10, 27, 30, 31, 32], для криопексии сетчатки [1, 6, 8, 9, 33], для циклокриокоагуляции [1, 3, 6, 15, 29], при терапии некоторых глазных заболеваний [1, 19, 21, 35], а также для диагностических провокаций [12, 14].

С точки зрения классической физики различают: высокие температуры – близкие к нулю; промежуточные температуры – от -20 до -80°C ; низкие температуры – от -80 до -150°C ; очень низкие – от -150 до -272°C [24]. Однако с клинической точки зрения термин «гипотермия» приобретает иной смысл. В таком контексте гипотермия трактуется как снижение температуры ниже биологического оптимума. Причем эффекты гипотермии приобретают рациональный смысл при температуре ниже $+15 - +17^{\circ}\text{C}$.

Необходимо отметить, что многие методики использования гипотермии в офтальмологии, такие как интракапсулярная криоэкстракция катаракты, криопексия сетчатки, циклокриокоагуляция, терапия ряда глазных заболеваний подразумевают использование, с точки зрения классической физики, гипотермии с температурами от промежуточных до очень низких. Мы уделили внимание именно умеренной гипотермии, поскольку снижение температуры ниже $-2,2^{\circ}\text{C}$ (точки замерзания внутриклеточной жидкости), очень часто приводит к гибели клетки. Стоит отметить, что разрушение клетки происходит в момент повышения температуры, после предварительного замораживания внутриклеточной воды, так как при температуре близкой к $-2,2^{\circ}\text{C}$ происходит рекристаллизация с образованием более крупных и более разрушительных кристаллов [1]. По мнению В.И.

Лазаренко, глубокая гипотермия ведёт к гидратации роговой оболочки, снижению интенсивности кровообращения, сосудистой и тканевой проницаемости, выраженному замедлению процессов метаболизма в глазу. Значительное угнетение углеводного обмена при этом можно расценить как стрессовое состояние под влиянием глубокого охлаждения глаза, активизирующего симпатико-адреналовую систему. В связи с этим можно говорить об осторожном её применении с лечебной целью [13, 14, 15].

В то время, как умеренная гипотермия или под воздействием её последствий активизируются обменные процессы и увеличиваются в физиологических пределах проницаемость сосудов и тканей глаза, ускоряется циркуляция внутриглазной жидкости и повышается интенсивность кровообращения [13, 14, 16, 22].

По мнению М. М. Золотаревой с соавт. [10], многие исследователи считают, что локальная гипотермия оказывает неспецифическое противовоспалительное действие. Причём некоторые из них связывают это с сосудистым эффектом, так как экспериментально установили, что под действием локальной гипотермии вначале наступает кратковременное понижение температуры в окружающих тканях, а затем ее повышение, вследствие расширения сосудов. В результате возникает активная гиперемия, способствующая рассасыванию патологического процесса [4]. Данные о том, что сосуды под действием низкой температуры суживаются, и при этом снижается диффузия из сосудистого русла в межклеточное пространство, а затем происходит обратный процесс с усилением диффузии, подтверждают результаты исследований В. И. Лазаренко [14, 16]. Другие авторы [7] считают, что в находящихся под воздействием гипотермии тканях в состоянии парабиоза происходят биохимические сдвиги, изменяющие условия их обмена и тем самым их жизнедеятельность. В данной области накапливаются биогенные стимуляторы, освобождается эндогенный интерферон, который проникает в соседние клетки и препятствует распространению вирусного процесса [10].

В качестве способов достижения локальной гипотермии предлагались различные модели: в одном случае это был обыкновенный пузырь со льдом, который накладывали непосредственно на веки [28]. В другом случае эффекта гипотермии достигали путём орошения поверхности роговицы охлаждённым физиологическим раствором [20]. Использовались и более сложные устройства (рис. 1, 2), разработанные на кафедре глазных болезней КрасГМА, которые также накладывали на веки [11, 14, 16].

Следует отметить, что эти устройства не позволяют в достаточной мере контролировать гипотермическое воздействие, охлаждение глаза происходит вместе с веками, которые значительно уменьшают холодное воздействие на глаз, являясь биологической теплоизолирующей прокладкой.

Данное суждение подтверждается результатами экспериментальных исследований Е. Я. Зелезинской [9]. Ею использовались две методики. При первой глазное яблоко охлаждалось путем орошения физиологическим раствором с температурой от $+3$ до $+1^{\circ}\text{C}$ в течение пяти минут, при второй – льдом через марлевую салфетку на закрытые веки. По мнению автора, первая методика оказалась намного эффективнее. Связывает это с тем, что веки, богатые кровеносными сосудами, препятствуют проникновению холода к глазу [9].

Эти недостатки ликвидированы в устройстве «офтальмогипотерм-2» (рис. 3), разработанном В.И. Лазаренко, которое состоит из спиралеобразно закрученной трубочки. Устройство помещается непосредственно на глаз, трубочка по спирали охватывает часть глаза от лимба до свода, то есть полусферу [13, 14].

Клинические испытания рассмотренных устройств позволили выяснить, что локальная гипотермия приводит к снижению внутриглазного давления. По мнению авторов [13, 14, 22, 28], данный эффект достигается как за счёт уменьшения продукции внутриглазной жидкости, так и за счёт ускорения замены камерной влаги. Кроме того уменьшается отёк роговицы [20, 28], после нескольких процедур умеренной локальной гипотермии у больных

глаукомой достоверно повышается острота зрения и расширяется поле зрения. При сочетанном воздействии гипотермии с инсталляцией пилокарпина эффективность последнего усиливается [25]. Также происходит значительное уменьшение болевого синдрома при глаукоме [13, 25, 28]. Обращает внимание, что отмечается аналогичное изменение показателей интактного глаза, но в меньшей степени, за счёт окуло-окулярной реакции [25].

В связи с бурным развитием лазерной хирургии глаза возникла проблема воздействия лазерного излучения на ткань роговицы, связанного с повышением её температуры. Температурные колебания являются одним из факторов, влияющих на прилежащие к зоне абляции кератоциты, вызывая их повреждение и даже гибель. В результате альтерирующего воздействия на коллаген роговицы развиваются помутнения, также возможен регресс достигнутого рефракционного эффекта. Всё это может привести к индуцированным аметропиям, оптическим аберрациям, необратимой форме субэпителиальной фиброплазии. Компенсация изменения температуры роговицы под действием лазерного излучения за счёт локальной гипотермии позволяет уменьшить асептическую воспалительную реакцию в раннем послеоперационном периоде, уменьшить болевой синдром и время полной эпителизации. После применения локальной гипотермии субэпителиальная фиброплазия выражена слабее и носит обратимый характер, частота субконъюнктивальных кровоизлияний снижается в 4 раза [20].

Использование локальной гипотермии изучали ещё как способ борьбы с осложнениями во время внутриглазных операций, такими как: кровотечения, повышенная экссудация, выпадение стекловидного тела. Проводились как клинические наблюдения, так и экспериментальные исследования на животных. В результате было установлено, что гипотермия глазного яблока во время операции дает возможность снизить риск кровотечения, уменьшить экссудацию и увеличить толерантность к дополнительной операционной травме [11]. По утверждению авторов гипотермия глаза является

эффективным методом профилактики выпадения стекловидного тела. В случаях же, когда уже произошло выпадение, приостанавливает его дальнейшее истечение. Полученный эффект связывают с увеличением вязкости стекловидного тела при уменьшении его температуры, с возрастанием его поверхностного натяжения, а также с уменьшением объема, что доказывается экспериментальными исследованиями автора [5, 9].

Локальную гипотермию использовали также и при ожогах глаз. В сочетании с длительным промыванием конъюнктивальной полости локальная гипотермия в первые полчаса после химического ожога глаза способствует уменьшению отёка и травматизации роговой оболочки, сохранению нормальной активности ключевого фермента пентозного цикла Г-6-ФДГ и некоторому повышению активности ферментов гликолиза. На протяжении острого периода болезни гипотермия оказывает выраженный гипотензивный эффект при постепенном снижении стимулирующего влияния на кровообращение [13].

Для детального исследования гемодинамических нарушений – наиболее существенных патогенетических проявлений многих заболеваний глаз, в Красноярском межобластном центре микрохирургии глаза им. И.Г. Макарова была разработана методика функциональной реографии. При экспериментально-клинической разработке пробы и методики оценки функционального состояния интраокулярных и церебральных сосудов в качестве «универсального» воздействующего фактора была выбрана локальная умеренная гипотермия. Так, если применение сосудорасширяющих и сосудосуживающих факторов позволяет оценить только однонаправленную реакцию сосудов, то использование охлаждения даёт возможность при проведении пробы реографически выявить способность сосудов к сужению и расширению. Совокупность же характера нейроваскулярных реакций на локальное охлаждение позволяет определить их тип: нормотонический, гипертонический, гипотонический, ареактивный.

Кроме того методика оценки пробы позволяет определить резервные возможности интраокулярных сосудов к сужению (резерв вазоконстрикции) и расширению (резерв вазодилатации), что даёт достаточно полное представление об их эластичности [12, 14].

При всех положительных эффектах локальной умеренной гипотермии на глаз отмечаются и негативные явления, которые в литературе встречаются крайне редко. Так установлено, что местная гипотермия без компрессии в начальных стадиях глаукомы незначительно повышает внутриглазное давление, а на здоровых глазах вызывает незначительное концентрическое увеличение слепого пятна, что, вероятно, вызвано неадекватной реакцией сосудов поражённого глаза [2]. Однако в данном случае авторы не описывают методику гипотермического воздействия. При выраженном снижении температуры роговицы и конъюнктивы уменьшается проницаемость сосудов и тканей, проявляется незначительным гипотензивным эффектом. При такой гипотермии происходит значительное накопление глюкозы и снижение содержания ионов натрия и калия в камерной влаге, что свидетельствует об угнетении обменных процессов в глазу [22]. Таким образом, гипотермическое воздействие на глаз остается недостаточно изученной областью офтальмологии.

К сожалению, разрозненные работы не привели к созданию технологии лечения глазных заболеваний при помощи гипотермии. Явно то, что воздействие низких температур приводит к различным эффектам, из которых перспективными в плане клинического применения являются: снижение внутриглазного давления, способ уменьшения воспалительной реакции, лечение спазмов аккомодации, способ борьбы с осложнениями при лазерной хирургии, для снижения риска осложнений во время внутриглазных операций, для диагностических провокаций.

Имеется обоснованная необходимость создания новой технологии комплексного анизотермического воздействия на глаз. Необходимо провести исследования, направленные на поиск оптимального температурного и

временного воздействия, а также выяснить вероятность появления побочных эффектов.

Рис. 1. Прибор местной гипотермии офтальмологический (ПМГ-1).

Рис. 2. Офтальмогипотерм-3.

Рис. 3. Офтальмогипотерм-2.

MODERATE HYPOTHERMIA IN OPHTHALMOLOGY

S.A. Borisov, V.V. Ivanov

Krasnoyarsk state medical academy named in honour of V.F. Vojno-Yasenetskij

Hypothermia in ophthalmology is used for the decreasing of intraocular pressure, as a method of decreasing inflammatory reaction and complications in laser surgery, for reduction of risk during the intraocular operations, for the intracapsular cataract extraction and for diagnostic provocations. However, the mechanism of hypothermic influence on eye is learnt not enough. The article gives the review of literature on hypothermia in ophthalmology and its further studying.

Литература

1. Абрамов В.Г. Артамонов В.П. Применение холода в офтальмологии. – Ярославль, 1973. – 140 с.
2. Антелава Д.Н., Контридзе В.С. Диагностическое значение внутриглазного давления и слепого пятна под действием местной

гипотермии // Матер. 3 съезда офтальм. СССР. – Волгоград, 1966. – Т. 1. – С. 166-170.

3. Артамонов В.П. Вопросы глаукомы. – Куйбышев, 1969. – 212 с.

4. Берадзе Н.И., Контридзе Н.И. К вопросу криотерапии герпетических кератитов // Матер. II конф. офтальм. ГССР. – Тбилиси, 1966. – С. 153.

5. Гайдукова Э.А. Криотерапия при травмах глаза // Криотерапия в офтальмологии. – Красноярск, 1968. – С. 107-111.

6. Егорова Э.В. Морфологическое обоснование применения низких температур в офтальмологии: автореф. ... канд. мед. наук, глазные болезни. – Москва, 1968. – 20 с.

7. Ерошевский Т.И., Затулина Н.И., Артамонов В.П. Криотерапия и криохирургия некоторых заболеваний глаз: метод. письмо. – Куйбышев, 1968. – 46 с.

8. Ерошевский Т.И., Затулина Н.И. Вопросы клинической и экспериментальной офтальмологии. – Куйбышев, 1967. – 240 с.

9. Зелезинская Е.Я. Влияние локальной гипотермии на некоторые физические свойства стекловидного тела при внутриглазных операциях: автореф. ... канд. мед. наук. – Киев, 1975. – 21 с.

10. Золотарева М.М., Чвялева К.И., Василевич А.И. Гипотермия при глазных заболеваниях. – Минск, 1978. – 112 с.

11. Иванов В.В., Шестакова Г.Ф., Чебанова О.Ю. К вопросу об интраоперационной гипотермии глаза // Соврем. аспекты офтальмол. / Матер. XII науч.-практ. конф. офтальмол. Красноярского края. – Красноярск, 1998. – С. 283.

12. Корниловский И.М. Экспериментально-клиническая разработка пробы и методики оценки функционального состояния сосудов глаза.: автореф. ... канд. мед. наук. – Москва, 1979. – 22 с.

13. Лазаренко В.И. Система неотложных и патогенетически обоснованных лечебных мероприятий при ожогах глаз.: автореф. ... док. мед. наук. – Москва, 1977. – 30 с.

14. Лазаренко В.И. Функциональная реография глаза – Красноярск, 2000. – 160 с.

15. Лазаренко В.И., Петрова С.В., Корниловский И.М. Влияние локальной гипотермии на обмен углеводов, кровообращение и внутриглазное давление при экспериментальном ожоге глаза // Вест. офтальмол. – 1976. – №5. – С. 72-76.

16. Лазаренко В.И., Чанчиков Г.Ф. К методике локальной гипотермии глаза // Применение продуктов пчеловодства в офтальмологии. – Красноярск, 1972. – С. 98-102.

17. Мисюн Ф.А. Циклокриотермия при лечении глаукомы.: автореф. ... канд. мед. наук. – Ленинград, 1969. – 22 с.

18. Пекарский Д.Е., Аркатов В.А., Гилёва М.Н. Гипертермические реакции. – Киев, 1981. – 134 с.

19. Полынь В.Д., Бахарева Е.Л. Гипотермия при спазмах аккомодации // Вопр. детск. офтальмол. – Красноярск, 1978. – С. 85-89

20. Стегайло И.В. Локальная гипотермия в фоторефракционной хирургии.: автореф. ... канд. мед. наук. – Москва, 2005. – 24 с.

21. Токарева Б.А., Одошашвили Л.В. Криотерапия при герпетических кератитах у детей // Матер. III съезда офтальмол. – Москва, 1966. – С. 426.

22. Чанчиков Г.Ф. Экспериментально-клиническая разработка метода управляемой локальной гипотермии глаза.: автореф. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 1975. – 20 с.

23. Чанчиков Г.Ф., Лазаренко В.И., Корниловский И.М. Локальная гипотермия и её влияние на кровообращение в тканях глаза в эксперименте // Матер. III науч. конф. офтальмол. Грузии. – Тбилиси, 1974. – С. 116-118.

24. Чанчиков Г.Ф., Миминошвили С.Я. Умеренная локальная гипотермия и её применение при некоторых глазных заболеваниях // Офтальмол. журнал. – 1978. – № 8. – С. 438-440.

25. Чанчиков Г.Ф., Завольская З.П., Березникова В.И. Влияние умеренной локальной гипотермии на офтальмотонус, зрительные функции и гидродинамику глаз больных глаукомой // Офтальмол. журнал. – 1978. – № 8. – С. 594-597.

26. Чепкий Л.П., Трещинский А.И. Лечебная гипотермия. – Киев, 1969. – 128 с.

27. Шмелева В.В. Хирургия катаракты (клинико-экспериментальные исследования): автореф. ... док. мед. наук. – Москва, 1970. – 28 с.

28. Шиф Л.В., Таратынова А.В., Нейман В.А., Ангелова Н.В. Применение локальной гипотермии при остром приступе глаукомы и глаукоме в терминальной стадии, осложнившейся болевым синдромом // Офтальмолог. журнал. – 1981. – № 3. – С. 187-188.

29. Bellows J.G. Cyclocryotherapy in advanced inadequately controlled glaucoma // Am. J. Ophthal. – 1973. – Vol. 679. – P. 75.

30. Braun Vallon S., Gaud F., Solle R. Trois cas de panophtalmie a bacilli pyocyanique après operation de cataracte // Bull. Soc. Ophtalm. – France, 1957. – Vol. 2. – P. 82.

31. Krawawicz T. Dalsze winiki operacji zasmy peczniesaces przy zastosowaniu krioestraktora // Klin. oczna. – 1961. – Vol. 31. – P. 201.

32. Krawawicz T. Zastosowanie krioekstrakcjiew usuwanu nadwichnietej soczewki // Klin. oczna. – 1964. – Vol. 34. – P. 4-201.

33. Lincoff H.A., Lean I.M. Le traitement cryochirurgical du decollement de la retine. Trans // Am. Acad. Ophtal., Otol. – 1966. – Vol. 70. – P. 112.

34. Records K. Early postoperative endophtalmitis. Current concepts of therapy // Eye, Ear, Nose. Thr. Monthly. – 1967. – Vol. 46. – P. 7-874.

35. Straub W. On the possibilities of employing cold therapy in ophthalmology // Klin. Mbl. Augenheilk. – 1964. – Vol. 144, N 1. – P. 251.





