

Mitte müügiks.

Autorilt.

Eraldine äratõmme ajakirjast „EESTI ARST“ 1930, nr. 11.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Roamatukogu

ARHIIVKOGU

127098

(Tartu Ülikooli bakterioloogia-instituudist. Juhataja: prof. K. Schlossmann.)

Vesinikuioonide-kontsentratsiooni muutus silma eeskambri vedelikus peale iridektomiat.

Dr. med. O. Kuriks.

(Ühe joonisega tekstis.)

Missuguseist põhjustist sõltub ebanormaalselt kõrgeenenud silmarõhe glaukoomi puhul, pole korda läinud kindlaks teha veel senini, nagu see on näha mitmeist glaukoomi teooriaist. Glaukoomi põhjusi otsiti peale muude mitmeis füüsilikalis ja keemilisis silmavedelikkude omadusis. Fischer leidis oma katsete põhjal enukleeritud loomasilmadel, et glaukoomi põhjused peituvad silma sisevedelikkude reaktsiooni muutumises, mille tagajärjel tekib silmakudede pundumine, mis oleneb rohkest hapete kogunemisest silma sisevedelikus. Pundumise tagajärjeks on silma tensiooni tõusmine. Tema arvamist põhjendas veel see asjaolu, et kliinilisel juhul, süstides subkonjunktivaalselt naatriumtsitraadi lahust, langes rõhe ja paranes glaukoom. Nii seadis üles Fischer 1910. a. uue teooria, et glaukoom on silma kolloidolluste pundumine. Fischer'i teooria vastu toodi väiteid, nimelt *coma diabeticum*'i maksimaalse hüpotonia korral leiti eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni vähenemist, tähendab, et eeskambri vedelik muutus mitte alkaalsemaks, nagu seda oleks pidanud ootama Fischer'i teooria järele, vaid vastuõksa sellele, hapumaks. Samuti käib Fischer'i katseile vastu ka see asjaolu, et glaukoomi vastu süstides subkonjunktivaalselt naatriumtsitraadi lahust ei langenud rõhe, vaid tihti isegi tõusis.

Hertel uuris esimesena eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni mitmesuguste tensioonide puhul ja tuli otsusele, et ei või olla mõõduandvat suhet silma eeskambri vedeliku aktuaalse reaktsiooni ja sisemise tensiooni vahel. Selle vastu läks siiski korda autoreil tõendada siin tähendatud suhet (Meesmann).

Vastuõksa Fischer'ile tuli Meesmann uue väitega, nimelt peab ta silma tensiooni tõusmise põhjuseks eeskambri tekkinud üle normi alkaalset

reaktsiooni. Normaalse silma siserõhe puhul on eeskambri aktuaalne reaktsioon pH 7,7—7,8. (Meesmann). Kui eeskambri alkaalsus suureneb, siis tõuseb järjekindlalt silma siserõhe. Sekundaarse glaukoomi puhul (*irido-cyclitis*) on eeskambri vastav keskmine reaktsioon pH 7,92—7,96, primaarsel glaukoomil — pH 7,94—8,10. Eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni vähenemisega, tähendab, alkaalsuse juurdevõtmisega tõuseb tensioon. Sekundaarse glaukoomi puhul pole kindel, kas just iga silma siserõhe juht on tingitud vesinikuioonide-kontsentratsiooni vähenemisest, sest siin võivad ka teised põhjused tõsta surumist. Primaarse glaukoomi põhjuseks leidis Meesmann eeskambri vähenenud vesinikuioonide-kontsentratsiooni. Katsed tegi Meesmann koerte, kasside ja jäneste silmadel. Eeskambrisse Meesmann süstis puffersegusid mitmesuguste vesinikuioonide-kontsentratsioonega. Lahused, mis alkaalsemad koja veest, andsid rõhe tõusu, ja need, mis vähem alkaalsed, rõhe langemist.

Oma katsete põhjal tuli Meesmann järgmisile otsuseile. Normaalne tensioon on tingitud silma eeskambri täiesti kindlast aktuaalsest reaktsioonist, mis on vähe alkaalsem vere omast. Kõrvalekaldumised sellest reaktsioonist muudavad silma sisetensiooni: eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni vähenemisega, s. o. alkaalsuse juurdevõtmisega tõuseb tensioon ja langeb vesinikuioonide-kontsentratsiooni juurdevõtmisega, s. o. eeskambri alkaalsuse vähenemisega.

Füüsikalisk-keemiliseks aluseiks, mille varal eeskambri aktuaalne reaktsioon muudab intraokulaarse tensiooni, on pundumine ja viimase tagasimine mine silmakoe hüdrofiilseis kolloidides, millede hulka kuuluvad silma soonte seinad, klaaskeha ja lääts.

Viime klaaskeha seesugusesse vedelikku, mille reaktsioon vastab tema isoelektrilisele punktile, siis väheneb tema ruumala pundumise vähenemisega kuni miinimumini, ilma et tema kolloidstruktuur rikunduks. Muudame selle lahuse reaktsiooni juurde võttes, siis suureneb klaaskeha ruumala. Sama asjaolu maksab ka eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni suurenemise ja vähenemise kohta (Meesmann).

Inimese silma eeskambri normaalseil kui ka patoloogilisel juhtudel on leitud pH 7,2—8,2, tähendab, et klaaskeha asub alkaalses pundumisolekus, mis suureneb või väheneb selle järgi, kuidas kambri reaktsioon eemaldub oma isoelektriliselt punktilt või läheneb sellele.

Normaalse koja reaktsiooni puhul pH 7,7—7,8 on klaaskeha füsioloogilises pundumisolekus. Tõuseb koja alkaalsus üle normi, siis tekib klaaskeha tugev pundumine, mis tõstab omakord tensiooni. Ümberpöörduvalt muutub tensioon põletiku ja veel suuremal määral *coma diabetic*. puhul. Alkaalsuse vähenemisega koja aktuaalne reaktsioon läheneb klaaskeha isoelektrilisele punktile, mille tagajärjeks on klaaskeha pundumise vähenemine ja tensiooni langemine. Analoogsed muutused vesinikuioonide-kontsentratsiooni mõjul toimuvad arvatavasti ka läätses; ainult vähema veesisalduse tõttu on pundumisoleku muutused siin nõrgemad. *Coma diabetic*. puhul, kui veres happemürgistus, on leitud veres pH 7,1—7,2, eeskambris pH 7,3—7,4. Alaline madal tensioon

on leitud raseduse viimaseil kuudel, mil leitud veres palju hapet (Meesmann).

Glaucoma simplex'i puhul on leitud veres kangem alkaalsus, mis sõltub süsihapu naatriumist. Samal puhul on konstateeritud ka silma sisevedelikkude kõrgem alkaalsus, mille tõttu tekib läätse ja klaaskeha pundumine, mis vähendab ruumi silmas ja tõstab tensiooni.

Üldiselt leidis Meesmann, et primaarse glaukoomi puhul on veres ja silma eeskambri alkaalsus, mille tõttu tekib silma sisemine alkaalne pundumine. Ägeda glaukoomi puhul on alkaalsus ajutine, kroonilise glaukoomi puhul on alaline.

Nii siis näeme et silma eeskoja vedeliku reaktsiooni suhtes on kahe- sused vastuoksa arvamised glaukoomi tekkimise põhjuste üle. Fischer'i järele on glaukoomi põhjus happeline pundumine, Meesmann'i järele — alkaalne pundumine. Siia võiks veel juurde lisada, et Baurmann leidis glaukoomi puhul kambri vedeliku relatiivse hapestumise.

Vanemaks ja sagedamaks abinõuks glaukoomi vastu on iridektomia. Ajaloosse tagasi vaadates, leiame, et A. v. Graefe hakkas 1850. a. esimesena glaukoomi vastu tarvitama iridektomiat ja sellest ajast peale on see operatsioon laialt levinud. Välja minnes mõttest, et rõhketõusmine glaukoomi puhul oli peatunud, siis otsiti abinõu, seda maha suruda. Nagu näitavad kliinilised andmed, samuti katsed loomadel, langes peale iridektomiat tensioon.

Millest tensiooni langemine sõltub, selle kohta Graefe ei seadnud üles kindlat teooriat. Oma esimeses töös ütleb tema: „Die Wirkung der Iridektomie ist möglicherweise sehr zusammengesetzt“. „Hinsichtlich der Theorie der Glaukomoperation, so ist sie trotz mancher Bemühungen nicht erheblich gefördert worden“.

Iridektomial arvati olevat järgmised mõjud: eeskambri nurga lahti- tegemine (Weber, Knie, Czermk, Vincent jt.), tsirkulatsiooni tingi- muste reguleerimine (Haab), iirise sekretsiooni pinna vähendamine (Graefe), filtratsiooni arm (Graefe, Wecker, Treacner-Collins), iirise refleksneuroosi tõstmine (Donders), sümpaatilise närvi harude ärrituse vähendamine (Hippel ja Grünhagen), kommunikatsioon klaaskeha ja eeskambri vahel (Bowman, Hoffman, Ulrich), veresoonte rõhke vähenedamine silmas (Exner), silmamuna kapsli pinguse vähendamine (Stellway, Quaglin) jne. (Schmidt-Rimpler). Neid mõjusid ei suudetud täielikult veel siiaamaani ära seletada iridektomia abil.

Nüüd tekib küsimus, kuidas mõjub iridektomia silma eeskambri vedeliku reaktsioonisse, kas seal suureneb või väheneb vesinikuioonide-kontsentratsioon. Silma eeskambri vedeliku pH uurimiseks on tarvitatud mitmesuguseid meetodeid. Hertel ja Meesmann uurisid pH indikaatorite-meetodiga. Viimane meetod ei anna mitte kõige täpsamat resultaati, tema läbi saame mitte eeskambri vedeliku aktuaalse, vaid potentsiaalse reaktsiooni. Selle meetodi puuduseks on söehappe gaasi kadumine, mis praegusel juhul, kui eeskambri vedeliku reaktsioon on neutraalse punkti lähedal, avaldab suurt muudatust reaktsioonisse. Tähtendatud puudust silmas pidades võib arvata, et nende autorite reaktsiooniomadused nihkusid alkaalsuse poole (Kubik).

Täpsam sellest meetodist oleks elektromeetiline või n. n. gaaskettide meetod. Selle meetodi juures tarvitatakse mitmesuguseid elektroode, nagu vesinikuelektrood, *chinon* elektrood jne. Need elektroodid on mitmekujulised: U-kujulised, pirnielektroodid, mikroelektroodid, süstelektroodid ja teised. Eeskambri vedelik punkteeritakse hariliku süstlaga ja siis viiakse elektroodi, milles uuritakse. Süstlad, elektroodid ja kõik riistad, mis puutuvad kokku uuritava vedelikuga, peavad olema Jena klaasist. Harilikust klaasist riistade tarvitamine ei ole lubatud, sest see klaas annab alkali, mis mõjub märksa resultaadisse. Kõik riistad peavad olema hästi puhtad. Selleks otstarbeks hoidsin neid riistu 24 t. kontsentritud kaalium-bikromat-väävelhappes, siis pesin neid destilleeritud veega ja jätsin sinna 24 tunniks, peale seda kuivatasin 24 t. jooksul kuumõhu termostaadis. Peale igat uurimist puhastasin klaasid siin tähendatud viisil.

Vesinikuioonide-kontsentratsiooni mõõtmist silma eeskambris peab tegema hästi täpsalt ja hoolsasti, kui me tahame määrata kindlaks suhet intrakulaarse vedeliku ja tensiooni vahel. Peab silmas pidama, missuguseile mõjudele alluvad uuritavas süsteemis uuritav vedelik niihästi silma eeskambri vedeliku võtmisel, kui ka mõõtmise täideviimisel.

Sagedam viga, mis võib siin juhtuda, on söehappe kadumine. Et eeskambris süsinikkude hulk on suurem fosfaatide omast, siis on karbonaatide hulga muutus kaunis tunduv, söehappe kadumisega väheneb vesinikuioonide-kontsentratsioon ja eeskambri vedelik muutub alkaalsemaks. Söehappe pinevus õhus on palju madalam, kui eeskambris, milles viimane on umbes 50—70 mm Hg, kuna õhus on vastav pinevus umb. 0,23. Et lahustuse võimalus söehappele 18° juures on õhu ja vee vahel peaaegu, nagu 1:1 (Baurmann), siis eeskambri söehappe gaas punktimisel, vedeliku kallamisel elektroodi või igal muul kokkupuutumisel õhuga aurab ära liiga kiiresti, mis ei jäta oma mõju avaldamata saadud resultaati. Viimase tingimuse tõttu ei ole kohane säärane meetod eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni määramiseks, kus CO₂ võib ära aurata, nagu see toimub indikaatorite-meetodi kasutamisel. Kuidas mõjub söehappekadumine uurimisresultaadisse, näitab Baurmann'i katse. Otse punktimiskanüülist väljavõetud lumbaalpunktaat andis pH 7,255, sama lumbaalpunktaat reagensiklaasis alal hoitud ja otsekohe elektroodi viidud pH 7,455. Kindla valemi järele saame me, et esimesel juhul söehappe gaasi hulk vastas pinevusele umbes 70 mm Hg, teisel juhul oli aga vastav pinevus kõigest 42 mm Hg. Need arvud näitavad CO₂ kahanemist, mis tekkis lühikese aja jooksul.

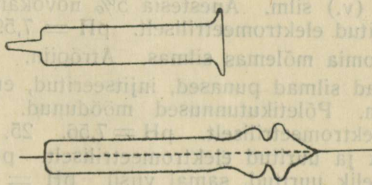
Et CO₂ kadu ära hoida või vähendada, tuleb uurimisaparatuuri sedaviisi konstrueerida, et CO₂ puutuks võrdlemisi vähe või üldse ei puutuks õhuga kokku. Selleks otstarbeks peab tarvitama vastavat elektroodi. Paljud autorid on uurinud U-kujulise elektroodi abil, näit. U-kujuline elektrood Michaeleli'se järele. Viimasel pannakse üks ots peale põhjalikku puhastamist klaaskorgiga kinni, millest läbibistub plaatintraat. Riista loputamine, täitmine ja väljakallamine toimub siis teisest küljest, kust ka uuritav vedelik kallatakse elektroodi. Arusaadav, et punktides eeskambri vedeliku süstlaga ja siis seda va-

lades elektroodi, puutub see kokku õhuga ning lahkeb CO_2 , mis, nagu ülal mainitud, mõjub tunduvalt uurimisresultaati. Samasugused oleksid tingimused ka teistel elektroodidel, mille juures tuleks uurimislahus ümber kallata, nagu elektroodid B a l l e y, S c h m i t t, mikroelektrood L e h m a n n'i järele, W i n t e r s t e i n'i ja teised.

Suuremail elektroodidel, nagu U-elektrood M i c h a e l i s'e järele, on veel see puudus, et siin väike kvantumiga, nagu eeskambri vedelik 0,3—0,6 ccm, ei saa uurimist ette võtta, vaid peaks vedelikku 10 korda lahjendama, mis jällegi võib mõjustada resultaati.

Kõiki neid puudusi silmas pidades, peaks elektrood olema niisugune, millega, kui süstlaga võetakse eeskambrist vedelikku, seda kuhugi välja ei kallata, vaid uuritakse otse samas elektroodis. Niisuguste hulka kuulub n. n. süstelelektrood M i s l o v i t s e r'i järele, kuid viimasel on jällegi see puudus, et sinna kõige tahtmise juures jääb ikkagi õhku sisse.

Et ka viimasest puudusest üle saada, konstrueerisin uue elektroodi, mis oma ehituse poolest väga lihtne ja täidab enam-vähem rahuldavalt nõutavaid tingimusi. Toon siin selle elektroodi pildi (vaata joonis) ja kirjelduse.



Joonis 1.

See elektrood koosneb ühest väikesest 1 ccm süstlast, mille kolvist auk läbi puuritakse, plaatintraat sisse pandud ja kinni sulatatud. Kolvi plaatintraat kinnisel süstlal läheb otse süstla avausse. (Elektrood on minu kava järele valmistatud ülikooli keemia-laboratooriumis). Teine plaatintraadi ots on ühenduses mõõtmisaparatuuriga vasktraadi abil. Alumine ots on kontsentritud KCl-lahusega läbi imbutatud väikese filterpaberi rulli varal ühendatud kalomel-elektroodiga.

Enne eeskambri vedeliku võtmist tõmmatakse süstlasse natuke chinh y d r o n 'i füsioloogilise keedusoola-lahusega. Selle juures peab vaatama, et õhku ei satuks süstlasse, juhtuvad seal leiduma siiski mõned mullid, siis on vaja neid kohe välja lükata kolviga. Siis pannakse süstla otsa nõel, punktatakse sellega eeskambrit ja aspireeritakse vedelikku. Nii siis tõmmatakse uuritav materjal otse süstlasse, ilma et see puutuks kokku õhuga; peale 2—3 korda süstlat kallutades ja püsti tõstes see segandub chinh y d r o n 'iga ja füsioloogilise NaCl-lahusega. Mõõtmiseks võetakse nõel ära, süstla ette pannakse väike filterpaberi rull. Süstelelektrood asetatakse siis lehtrikujulise otsaga klaastorru, mis täidetud kontsentritud KCl-lahusega. Selle toru alumine ots on hügrokoopilise vatiga kinni pandud, et lahus ei jookseks välja. See klaastoru ühendab süstla kalomel-normaalelektroodiga kontsentritud kaalium-klooriid-lahusega, millisesse kalomelelektrood vajub, kuna ülemine plaatintraadi ots on ühendatud klemmi abil vasktraadiga mõõtmisaparaadist. Mõlemad poolelemendid, kalomelelektrood kui ka *chinh y d r o n*-elektrood viivad järgneva

mõõtmisaparatuuri juurde. Mõõtmiseks ühendatakse pritsi klemme mõõtmisaparatuuriga.

Kõrgetundlik kapillaarelektromeeter on lugemisinstrumentiks. 0 punkt otsitakse üles Wheatstone'i silla abil, mis on varustatud korrigeeritud mõõtmistraadiga. Alguses kõigub potentsiaal kuni temperatuur muutub ühesuguseks ja tekib küllastumine sõehape-gaasiga. Potentsiaal saavutatakse kiiresti, mõne sekundi või kuni 1 minuti jooksul. Vahest möödub siiski mõni minut, enne kui saadakse püsiv potentsiaal. On mõne minuti jooksul potentsiaal kõikumata, siis võib seda juba võtta aluseks teatava valemi järele lahuse pH arvutamiseks.

Silma eeskambri vesinikuioonide-kontsentratsiooni muutmise uurimiseks peale iridektomiat tegin katseid kodujäneste silmadel. Alguses uurisin eeskambri vedeliku pH normaalses silmas ülal mainitud elektroodiga ja meetodi järele. Peale seda tegin iridektomia ja kui operatsioonist tekkinud põletikutunnused möödunud, kordasin uurimist samal viisil. Punktimiseks kui ka operatsiooniks anesteseerisin silmad 5% novokaiiniga.

Toon siin mõned tüüpilisemad uurimisprotokollid.

Katse nr. 1. Valge jänes, 7 kuune. Kaal 1900. Silmad arenenud normaalselt ja täiesti terved.

11. II 30. Parem (p.) silm. Anestesia 5% novokaiiniga. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,59.

12. II. Vasem (v.) silm. Anestesia 5% novokaiiniga. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,59.

13. II. Iridektomia mõlemas silmas. Atropiin.

14. II. Mõlemad silmad punased, injitseeritud, eritavad rähna. Kerge iriit. 24. II. P. silm. Põletikutunnused möödunud. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,56. 25. I. V. silm. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,58. 31. I. P. silm. Eeskambri vedelik uuritud, samal viisil. pH = 7,55. 31. I. V. silm. Eeskambri vedelik uuritud samal viisil. pH = 7,54. 6. II. P. silm pH = 7,35. 7. II. V. silm. pH = 7,23. 14. II. P. silm. pH = 7,22. 15. II. V. silm. pH = 7,34. 14. III. P. silm. pH = 7,23. 15. III. V. silm. pH = 7,23. 14. IV. P. silm. pH = 7,24. 15. IV. V. silm. pH = 7,25. 16. V. P. silm. pH = 7,30. 17. V. V. silm. pH = 7,28.

Katse nr. 10. Kirju jänes, 7 kuune. Kaal 1860. Silmad arenenud normaalselt ja täiesti terved.

15. I. P. silm. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt: pH = 7,61. 16. I. V. silm. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,61. 17. I. Iridektomia paremas silmas. Atropiin. 18. I. P. silm punane, injitseeritud, eritab rähma. 27. I. P. silm. Põletikutunnused möödunud. Punktitud eeskambri vedelik ja uuritud elektromeetriliselt. pH = 7,58. 28. I. V. silm. pH = 7,60. 4. II. P. silm. pH = 7,53. 5. II. V. silm. pH = 7,59. 11. II. P. silm. pH = 7,41. 12. II. V. silm. pH = 7,60. 18. II. P. silm. pH = 7,35. 19. II. V. silm. pH = 7,60. 18. III. P. silm. pH = 7,31. 19. III. V. silm. pH = 7,59. 18. IV. P. silm. pH = 7,32. 20. V. P. silm. pH = 7,31. Umbes samasugused resultaadid sain kaheksalt katselt, kuna nelja katse tagajärjed ei vasta eelpool toodud omadele.

Nagu näha neist ja ka teistest katseist suureneb peale iridektomiat vesinikuioonide-kontsentratsioon silma eeskambri vedelikus ja viimane muutub hapumaks ning pH läheneb 7-le. Nagu selgus katseist *in vitro* (vt. „Eesti Arst“ 1930, nr. 10) pH lähenemisega 7-le väheneb silmas pundumisvõimalus, s. o. võimalus tensiooni tõsta ja ühes sellega tekitada glaukoomi. Mainitud eeskambri reaktsiooni muutusega võiks seletada silma tensiooni langemist

peale iridektomiat paljudel juhtudel, kui see ei sõltu teistest põhjustist, nagu mõne sekundaarse glaukoomi puhul.

Lõpuks avaldan sügavat tänu prof. K. Schlossmann'ile nii hästi ette pandud uurimisaine kui ka väärtuslike juhataste ja nõuannete eest käesoleva töö tegemisel, samuti ka luba eest neid uurimusi täide viia tema laboratooriumis.

Kirjandus.

Baurmann, M. Graefes Arch. 1927, Bd. 118, lk. 369. — —: Graefes Arch. 1923, Bd. III, lk. 352. — Fischer, M. H.: Das Ödem. Dresden 1910. — Hertel: Graefes Arch. 1921, Bd. 105, lk. 421. — —: Münch. med. Wschr. 1913, nr. 22. — Kubik, J.: Arch. Augenheilk. 1928, Bd. 98, lk. 483—513. — —: Klin. Mbl. Augenheilk. 1927, Bd. 78, lk. 94. — Meesmann, A.: Arch. Augenheilk. 1923, Bd. 94, lk. 115. — —: Ibid. 1926, Bd. 97, lk. 1. — Michaelis: Die Wasserstoffionenkonzentration, Berlin 1914. — —: Praktikum der physikalischen Chemie, Berlin 1921. — Mislovitzer, E.: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration der Flüssigkeiten. Berlin 1928. — Schmidt-Rimpler: Graefe-Saemisch. Handbuch der Ges. Augenheilk. 1908, Bd. VI.

