

HET MECHANISME
VAN HET
STROTTENHOOFD.

HET MECHANISME
VAN HET
STROTTEHOOFD.

Academisch Proefschrift,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde aan de Hoogeschool te Leiden,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

D^r. A. KUENEN,

Hoogleraar in de Godgeleerdheid.

IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN

op Woensdag 6 Maart 1861, des namiddags ten 2 ure,

DOOR

Petrus Franciscus Johannes Ter Maten,

Geboren te Pijnacker.

AMSTERDAM,
J. LEENDERTZ.

1861.

Mijnen hooggeschatten Leerreester,

den Hoogleeraar

J. VAN GEUNS,

MIJNE DIERBARE MOEDER

EN

allen die met raad en daad mijne studiën bevorderd hebben,

wordt deze eerste arbeid

OPGEDRAGEN

DOOR

DEN SCHRIJVER.

VOORWOORD.

Toen ik tot verkrijging van den graad van Doctor in de Geneeskunde naar een onderwerp voor mijn academisch proefschrift zocht, vestigde de meer en meer bekend wordende laryngoscoop mijne aandacht op het strottenhoofd en ik besloot aan dit orgaan eenige onderzoekingen te wijden. De resullaten hiervan zijn, in verband met de beschouwingen van vroegere en latere schrijvers, in het anatomische gedeelte van mijn opstel medegedeeld; in het tweede gedeelte, het physiologische, zijn de voornaamste meeningen omtrent de stembvorming en de registers van de menschelijke stem samengevat, gevolgd door eenige onderzoekingen die ik zelve hieromtrent met behulp van de laryngoscoop in het werk gesteld heb. Ik ben overtuigd dat mijn arbeid vele gebreken tellt en steeds de hand van den ongeofende verraaft, doch ik vertrouw dat de lezer van dit werk mij door de wet opgelegd, niet datgene verwachten zal hetwelk hij in dat van een meer geofende zoude vinden en mogt ik behalve het voldoen aan de wet ook nog dit doel bereiken, van de aandacht van velen meer op de laryngoscoop te vestigen, het zoude mij reeds de grootste voldoening zijn.

Alvorens te eindigen is het mij goed aan het begin eener nieuwe loopbaan, den blik nog eens terug te werpen op den

afgelegden weg. Bij dien terugblik toch is het mij eene behoefte aan hen te denken die mij op dezen weg tot gids verstreken; ja Hooggeachte Professoren der Natuur- en Geneeskundige Faculteit, ik gevoel het hoeveel ik aan U ben verplicht, ik gevoel het dat het door Uwe hulpe is dat ik deze loopbaan ben te gemoet gegaan en het strekt mij tot groot genoegen U allen hiervoor mijn' welgemeenden dank toe te brengen. Het onderwijs van U genoten zal door mij steeds op hoogen prijs gesteld worden, will' mij ook verder op mijn toekomstigen weg met Uwen raad ter zijde staan.

Ook U Hooggeleerde Heer HALBERTSMA, mijn hooggeachte Promotor, zij mijn opregten dank toegebracht voor de bewijzen van bereidwilligheid zoo ruimschoots van U ondervonden. Het zij U gegeven nog lange te arbeiden tot bevordering der wetenschap die gij liefhebt.

Mijne vrienden, U roep ik bij het verlaten der Alma Mater een hartelijk vaarwel toe, moge echter de vriendschap tusschen ons gesloten niet verflaauwen al roept onze loopbaan ons welligt naar verwijderde plaatsen, en vergeet ook dan uwen vriend niet die zich weer steeds met dezelfde gevoelens zal herinneren.

AMSTERDAM, Februarij 1861.

DRUKFOUTEN.

Op bladz. 9 regel 8 v. o. staat: *onderrand* lees: *bovenrand*.

„ „ 16 „ 5, 8 en 9 v. b. staat: *eene* lees: *een*.

INHOUD.

Anatomisch Gedeelte.

I. Het strottenhoofd in zijn geheel.	1
II. De met het strottenhoofd in verband staande deelen . . .	3
a. De Luchtpijp	3
b. Het Tongbeen	4
III. De deelen van het Strottenhoofd in het bijzonder.	6
A. De kraakbeenderen en de tussehen hen gevormde gewrichten. . .	6
a. Het schildvormige kraakbeen	6
b. Het ringvormige kraakbeen.	10
c. De articulatio crico-thyreoidea	12
d. De bekervormige kraakbeenderen	15
e. De articulatio crico-arytaenoides	17
f. De Santorinisaansche kraakbeenderen	21
g. De Wrisbergiaansche kraakbeenderen	23
h. Het strotklepje.	25
B. De elastische banden van het Strottenhoofd.	26
a. Het ligamentum hyo-epiglotticum	27
b. Het ligamentum glosso-epiglotticum.	27
c. De membrana ary-epiglottica	27
d. De stembanden	29
e. Het ligamentum crico-thyreoideum	32
C. Inwendige beschouwing van het strottenhoofd	33
a. De ventriculi Morgagni	33
b. De stemspleet	35
c. De vlakke en heiling van de stembanden.	38
d. De inhoud van het strottenhoofd.	40
e. De gedaante van het strottenhoofd	41
D. De spieren van het strottenhoofd	41
a. Algemeene spieren van het strottenhoofd	42
1. Musculus sterno-thyreoideus	42
2. Musculus hyo-thyreoideus	43
3. Musculus laryngo-pharyngeus	44

b. Bijzondere spieren van het strottenhoofd	45
1. Musculus crico-thyreoideus	45
2. Musculus crico-arytaenoides posticus	47
3. Musculus cerato-cricoides	48
4. Musculus arytaenoides transversus	50
5. Musculus crico-arytaenoides lateralis	51
6. Musculus thyreo-arytaenoides	52
7. Musculus reflector epiglottidis van Theile	53
8. Musculus glosso-epiglotticus	54
E. Vaten en zenuwen van het strottenhoofd	55
a. Vaten	55
b. Zenuwen	56
F. Beschouwing van de functie der spieren in hunne onderlinge betrekking	57

Physiologisch Gedeelte.

De Stemvorming.

I. Beschouwing van het strottenhoofd als stemorgaan	66
a. De meening van Ferrein	67
b. De meening van Liscovius	69
c. De tegenwoordige meening	70
II. De registers van het menschelijke stemorgaan	72
a. De verklaring van Liscovius	72
b. De verklaring van Müller	73
c. De verklaring van Harless	76
d. De verklaring van Merkel	78
e. Nadere beschouwing van Merkel's registers	85
f. Merkel's beschouwingen omtrent de stemvorming gedurende het leven	88
g. Eigene onderzoeken omtrent de stemvorming en het verschillende mechanisme der registers	95

Stellingen	109
----------------------	-----

ANATOMISCH GEDEELTE.

I. Het Strottenhoofd in zijn geheel.

Reeds bij Homerus vinden wij van den strot melding gemaakt onder den naam 'ασφάγγος ¹⁾. De groote dichter beschrijft hier het tweegevecht tusschen Achilles en Hector aan Troje's wallen; de laatste bekleed met het pantser van Patroklos, 'over wiens dood Achilles zich wil wreken, heeft den hals alleen ontbloot, waar Achilles hem met den spies trof, zoodat de punt aan den nek weder uitkwam; de strot werd echter niet diep gewond, zoodat hij met hem nog eenige woorden kon wisselen. Wij leeren hieruit dat het Homerus reeds bekend was, dat de stem in het strottenhoofd gevormd wordt. Bij Hippocrates vinden wij het vermeld onder den naam φάρυγξ ²⁾ afgeleid van φάρυγξ i. e. convallis, praecipitium; op andere plaatsen ³⁾ bij hem echter ook wel, als λάρυγξ; en terwijl Rufus Ephesius ⁴⁾ het bepaald met den naam φάρυγξ aanduidt vinden wij bij Galenus, ⁵⁾ beide woor-

¹⁾ Ilias. Lib XXII. 328.

²⁾ Hippocrates. de Corde.

³⁾ Hippocrates. de glandulis.

⁴⁾ De Corporis Humani partibus. Lib II.

⁵⁾ Galenus. De usu partium. Lib. VIII. c. 1.

den weder als van dezelfde beteekenis aangegeven, ofschoon hij zich meestal bedient van *λάρυξ*, waarin alle latere schrijvers hem zijn nagevolgd. Wat de etymologie van dit woord betreft, zoo vinden wij hieromtrent bij Fabricius ab Aquapendente ¹⁾ de volgende merkwaardige plaats: *Larynx* (uti opinor) ita dicitur a *λα*, quae syllaba per se sola nihil, sed in compositione magnum quid ac vehemens significat, unde ex *λα* et *ἀίρεσθαι*, quod est attolli, *Larynx* dicitur, quod vehementer tum in deglutione, tum in vocibus, aut acutis, aut gravioribus, attolatur. Aut secundo ex *λα* et *ῥύγχος*, hoc est rostrum, quod rostro sit similis propter aryaenoidem cartilaginem. Vel tertio ex *λα* et *ἀρύειν*, vel *ἀρυσθαι*, id est haurire, quod videlicet e profundo spiritum ad formandam vocem hauriat. Aut quarto ex *λα* et *ῥύεσθαι*, id est tueri, quod nimirum diligenter asperae arteriae viam tueatur, ne quid eo incidat, quod non oportet. Etenim si in asperam arteriam aliud ab aere diversum incidat, in suffocationis periculum animal adducitur. Vel denique a *λάρυξ* seu *λαρυγγίζω*, quod significat clamo, seu vociferor.

Wie kommt's dass man an jedem Orte
So viel Gutes, so viel Dummes hört?
Die Jüngsten wiederholen der Ältesten Worte,
Und glauben, dass es ihnen angehört.

GOETHE.

Gewoonlijk wordt *larynx* beschouwd als herkomstig van het Grieksche werkwoord *λαρύνω* of *λαρύζω*, hard of luid schreeuwen ²⁾ welk verbum in verband staat met het substantivum *λάρος*, eene zeemeeuw, die als veel en hard schreeuwend bekend is.

¹⁾ De larynge vocis instrumento. Pars I cap 1. In zijne Opera omnia Anatomica et Physiologica.

²⁾ L. A. Kraus, Kritisch-etymologisches medicinisches Lexikon. Göttingen 1844.

Het strottenhoofd is gelegen aan het voorste gedeelte van den hals, grenst van boven aan het tongbeen, beneden aan de luchtpijp, als wier bovenste einde het kan beschouwd worden (Galenus). Het bestaat uit het schildvormige, het ringvormige en de beide beker-vormige kraakbeenderen, die te zamen het eigenlijke scalet van den larynx vormen; hierbij voegen zich nog de epiglottis, de beide Cartilagines Santorinianae en de twee Cartilagines Wrisbergianae of cuneiformes. Deze kraakbeenderen zijn bewegelijk òf door gewrichten, òf door elastische vezelen met elkander verbonden.

Niet ten allen tijde echter zijn deze negen kraakbeenderen aan de anatomen bekend geweest of door hen als tot den larynx behoorende beschreven; zoo lezen wij bij Galenus ¹⁾ constat itaque larynx ex tribus magnis cartilaginibus, nihil neque figura, neque magnitudine iis, quae asperae arteriae insunt, similibus. Deze zijn het schildvormige, het ringvormige en het enkelvoudige bekervormige kraakbeen. Oribasius beschrijft ook slechts deze drie kraakbeenderen.

Voor wij tot hunne beschrijving overgaan achten wij het niet ongepast eene korte beschouwing aan de luchtpijp en het tongbeen te wijden, omdat wij later meer-malen van hunne deelen gewagen moeten.

II. De met het Strottenhoofd in verband staande deelen.

a. De Luchtpijp.

De luchtpijp, trachea, door Hippocrates met den naam ἀρτηρίας bestempeld, van ἀρρ, lucht en τρέω bevatten, bewaren, ²⁾ is later als aspera arteria vermeld,

¹⁾ De usu partium. Lib VII. cap 11.

²⁾ R. A. Vogel. de larynge humano. 1747.

om haar te onderscheiden van de slagaderen, die, met het idée dat ook zij lucht voerden, arteriae genoemd werden. Zij bestaat uit verscheidene kraakbeenige ringen, welke echter niet volkomen zijn, daar hun achterste gedeelte ontbreekt; deze zijn boven elkander gelegen en vormen zodoende eene buis die, daar de ringen niet onmiddelijk maar door vezelachtig-veerkrachtige banden met elkander verbonden zijn, een ongelijk, ruw aanzien heeft, waarvan de naam *aspera arteria* is afgeleid (Erasistratus). Het achterste gedeelte waar de kraakbeenige wand ontbreekt, wordt door een fibreus-elastisch vlies aangevuld waarin nog eene laag dwarsche spiervezelen voorkomt, die zich vooral aan de binnenste vlakke van de einden der kraakbeenderen aanhechten, terwijl volgens sommigen op deze laag nog perpendiculaire spiervezelen liggen. Het geheel is van binnen met slijmvlies, eene voortzetting van dat des strottenhoofds bekleed. Met betrekking tot den larynx vervult de luchtpijp de rol van windbuis; zij is door het ligamentum crico-tracheale met den onderrand van het ringvormige kraakbeen verbonden, bij wiens beschrijving wij op eene eigenaardigheid der twee bovenste luchtpijpsringen terugkomen.

b. Het tongbeen, os hyoides, ypsiloides s. gutturi

verdient, daar het door banden en spieren met het strottenhoofd is verbonden en daardoor op zijne bewegingen invloed heeft, hier eene bijzondere vermelding. Het is geplaatst boven het schildvormige kraakbeen en heeft den vorm van een hoefijzer of eene Grieksche ν of Λ , daarom door Galenus os *ὑοειδές* of *λαμβδοειδές* genoemd. Oribasius vermeldt het als os labdoides. Het bestaat uit het ligchaam of middelstuk, twee groote en twee kleine hoornen, cornua en cornicula. Het

middelstuk, middelste tongbeen, verboudt zich tot de hoornen die aan zijne zijde bevestigd zijn, als het borstbeen tot de kraakbeenderen der ribben. (Huschke). Het heeft eene voorste en achterste vlakke een bovensten en ondersten rand. De voorste vlakke is van boven naar beneden en van de eene naar de andere zijde gewelfd en bezit in het midden eene verhevenheid, tuberculum; de achterste vlakke is uitgehold en glad; de bovenste en onderste rand is scherp, het geheel is ongeveer $2\frac{1}{2}$ Centimeter lang, 1 CM. breed of hoog.

De groote hoornen, cornua majora, hebben eene lengte van ongeveer 3 CM. zijn minder breed en gaan van de zijden van het ligchaam, waaraan zij verbonden zijn naar achteren en eenigzins naar boven. Zij worden naar achteren steeds smaller en bezitten aan hun einde een rond knopje, capitulum. Hunne vereeniging met het middelstuk stelt eene synchondrosis daar; op hooger en leeftijd evenwel verbeent het verbindende kraakbeen, zoodat de hoorn met het ligchaam versmelt.

De kleine hoornen, cornua minora s. cornicula, zijn kleine 5—6 Mm. lange beenknopjes, welke aan het einde van het ligchaam geplaatst zijn, echter nimmer een integreerend deel hiervan uitmaken. Soms bereiken zij eene lengte van $1\frac{1}{2}$ " (Huschke). Het is aan deze hoornen dat de ligamenta stylo-hyoidea zich vasthechten, als wier verbeend gedeelte men hen kan beschouwen (Hyrtil).

III. De deelen van het Strottenhoofd in het bijzonder.

A. DE KRAAKBEENDEREN EN DE TUSSEN HEN GEVORMDE GEWRIGHTEN.

a. *Het schildvormige kraakbeen. Cartilago thyreoidea s. scutiformis.*

Dit kraakbeen bij de oudere schrijvers ook wel als het eerste of het grootste van het strottenhoofd vermeld, heeft zijnen naam te danken aan zijne overeenkomst met den vorm van het schild dat bij de ouden in gebruik was. Prima cartilago *θυρεοειδής* id est, scutiformis seu clypealis appellatur, quod antiquorum scuto, quod forte oblongum erat, similis sit ¹⁾).

Niet alleen echter beantwoordt dit kraakbeen wat den vorm, maar ook wat de functie betreft aan zijnen naam, daar het blijkbaar bijzonder geschikt is en ten doel heeft, de voor de stemvorming gewigtigste deelen — de stembanden — die in zijn binnenste gelegen zijn voor uitwendige beleedigingen te beschermen. Het is het grootste, aan den hals het duidelijkst zicht- en voelbare deel van het strottenhoofd, dat bij mannen waar het sterker ontwikkeld is, aldaar eene verhevenheid vormt, bekend onder den naam van Adamsappel, Pomum Adami (quia vulgo persuasim in Adami faucibus pomi fatalis partem ex poena Divina remansisse et ad posteros translatam) ²⁾).

Het bestaat uit twee vierhoekige platen, lamina thyreoidea dextra et sinistra, die van voren door de door

¹⁾ Fabricius ab Aquapendente. l. c. Cap. IV

²⁾ Bartholinus, Anatomia. Lugd, Bat. 1651. Lib. II. Cap. 9.

Prof. Halbertsma aldus genoemde, lamina mediana vereenigd zijn. Waarschijnlijk heeft Vesalius deze lamina gekend, hetgeen ik zoude opmaken uit de volgende woorden ¹⁾: *Scutiformis haec cartilago quae viris antrorsum magis quam mulieribus prominet, tactuique magis exponitur subinde gemina, idque potissimum in viris observatur. In ipsius enim medio, ubi brevissima est, maximeque antrorsum extuberat, secundum suam longitudinem crebro linea ducitur, quae adamsium a membranulis repurgata, duas cartilaginis partes mutuo comissas etiam ante sectionem fuisse arguit. Atque id sane hominibus peculiare obtigit.* Later is deze lamina nog vermeld door Rambaud, ²⁾ die haar een lancet-vorm toe-kende; zij was echter niet algemeen bekend. Prof. Halbertsma, die hiernaar onderzoekingen in het werk gesteld heeft, maakte er melding van in de vergadering van de Koninklijke Academie van Wetenschappen, natuurkundige afdeeling, van 29 December 1860. Het is hem gebleken dat dit gedeelte als een wig tusschen de beide laminae thyreoideae is in geplaatst, daar het van voren breeder dan van achteren is, deze platen zijn derhalve niet onder een hoek met elkander verbonden. Wat den vorm betreft, zoo is deze niet een lancetvorm, waartoe Rambaud waarschijnlijk gekomen is doordien zijn preparaat in eene oplossing van potasch gelegen had, ten gevolge waarvan het onderste gedeelte dat het dunste is, verloren is gegaan. Halbertsma vergelijkt dien met eene Eau de Cologne flesch of eene Oostersche pul. Het is aan deze lamina mediana thyreoideae dat de onderste stembanden zijn vastgehecht; op deze plaats van aanhechting is het kraakbeen een weinig

¹⁾ De humani corp. fabrica (Ed. Basil.) p. 152 Seq.

²⁾ Cavasse. Essai sur les fractures traumatiques des cartilages du larynx 1859 p. 28.

ruw op het gevoel; bij eene horizontale doorsnede en tienmalige vergrooting vertoont het eene centrale kern in den vorm eener kelk; de voet dezer kelk steekt een weinig boven de inwendige oppervlakte van het kraakbeen uit, waaraan genoemde ruwheid waarschijnlijk moet worden toegeschreven.

Elke plaat heeft eene buitenste en binnenste vlakte, vier randen en vier hoeken, waarvan de beide achtersten in een zoogenaamden hoorn uitloopen; deze randen zijn niet regtlijnig, maar meer of minder gebogen; zoo heeft de bovenste rand de gedaante van eene liggende ∞ en vormt daardoor aan de plaats van vereeniging met dien der andere zijde eene insnijding, *incisura thyreoidea superior*. Ook de onderste rand herinnert aan den ∞ vorm, daar hij van voren eene zwakke, van achteren echter eene grootere bogt vertoont, welke beide door een uitstekend gedeelte, dat tevens dikker is, gescheiden zijn. Dit gedeelte vormt met dat der andere zijde weder eene hoewel veel ondiepere insnijding, *incisura thyreoidea inferior*. De achterste rand is in het midden regtlijnig en gaat van boven en van onderen met eene kleine bogt in de beide hoornen over. De bovenste hoorn, *cornu superius s. longum* heeft eene lengte bij mannen van ongeveer 13 Mm., bij vrouwen 10 Mm. ¹⁾ is naar boven en tevens iets naar binnen gerigt, terwijl de onderste hoorn, *cornu inferius s. breve*, naar beneden en binnen loopt, dikker is dan de bovenste en eene lengte heeft van ongeveer 6 Mm. bij mannen en 4 Mm. bij vrouwen. De meerdere dikte en stevigheid van den ondersten hoorn is van gewigt, omdat door hem het schildvormige kraakbeen aan het ringvormige door middel van een gewricht is verbou-

¹⁾ Het is mij somtijds voorgekomen dat de eene hoorn korter dan de andere was, doch dat dit juist door de lengte van een daarboven geplaatst *corpusculum triticeum* werd aangevuld.

den. De dikte van elke lamina is geenszins op elke plaats dezelfde, zoodat de buitenste vlakke ook niet aan de binnenste beantwoordt; terwijl deze geheel vlak is, wordt gene door eene gewelfde lijn of kam, *linea s. crista obliqua*, in twee ongelijke deelen verdeeld; deze lijn komt van eene verhevenheid die gelegen is vóór de plaats waar de bovenste hoorn begint en onder den naam van *tuberculum thyreoideum* bekend is; zij gaat schuins naar beneden en voren ongeveer naar het midden van den ondersten rand, welke plaats wij zoo even als dikker en meer prononcerende beschreven hebben. De kennis dezer lijn is zooals wij later zien zullen zeer gewigtig voor den oorsprong der spieren; tevens is er tusschen de twee genoemde verhevenheden een band uitgespannen, *ligamentum intermusculare*, welke vooral bij goed geapierde strottenhoofden sterker ontwikkeld is. Dikwijls is er aan het bovenste gedeelte, iets beneden en achter het *tuberculum* een gat aanwezig; ik vond dit aan bijna een derde deel der strottenhoofden die ik onderzocht, en steeds aan beide zijden; verder vond ik in vele gevallen de linker plaat 1 of 2 Millim. hooger dan de regter.

De *Cartilago thyreoidea* behoort tot het kraakbeenig weefsel met hyaline grondlaag; op hooger en leeftijd gaat het in verbeening over, hetgeen ik ook voor de *lamina mediana* bevestigd gevonden heb.

De bovenrand van het schildvormige kraakbeen is met den onderrand van het tongbeen verbonden door de *membrana hyo-thyreoidea*, een uit elastisch-fibreus weefsel bestaand vlies, dat in het midden en van achteren dikker is en zich op die plaatsen als een band voordoet, *ligamenta hyo-thyreoidea*; de middelste band is breeder en in Zusammenhang met het *ligamentum hyo epiglotticum*, de zijdelingsche zijn meer strengvormig, van den bovensten hoorn naar het *capitulum* van den grooten hoorn

des tongbeens gaande; deze laatste banden blijken bij microscopisch onderzoek uit meer grofmazige elastische vezelen te bestaan en in hen komen meermalen een oft twee stukjes vezelachtig kraakbeen voor, corpuscula triticea.

Door Realdus Columbus werden het schildvormige, ringvormige en bekervormige kraakbeen tot de beenderen geteld.

b. Het ringvormige kraakbeen, Cartilago cricoidea, s. annularis

wordt bij de ouden ook wel vermeld als Cartilago innominata, omdat het als steun voor de twee andere kraakbeenderen dienende, onbewegelijk of in rust is. Later ontving het den naam Cartilago cricoidea s. annularis, quod similia sit Turcarum annulo, quem dextro imponunt pollicis dum sagittas jaculantur. ¹⁾ Met betrekking tot de luchtpijp zoude men het als den laatsten ring daarvan kunnen beschouwen en wij vinden een overgang tusschen beiden, daar de twee bovenste ringen der trachea altijd breeder en dikker zijn dan de overige en dikwijls met elkander geheel of gedeeltelijk tot een vergroeid. Het kraakbeen is geplaatst tusschen de vleugels van het schildvormige kraakbeen, zoodat het de opening die deze van achteren tusschen zich laten aanvult. Wij zullen het verdeelen in eene achterste plaat, lamina cricoidea en een' voorsten boog, hetgeen eenvoudiger en duidelijker is dan de verdeeling van Merkel ²⁾ in een voor- en achterwand en twee zijwanden. Deze lamina is van achteren niet vlak maar door eene overlangsche gewelfde lijn, door Galenus spina arytaenoidis genoemd, in twee deelen gescheiden die hierdoor

¹⁾ Andr. Laurentius. Historia anatomica humani corporis. Lib. VIII. Cap. XV.

²⁾ Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprach-Organen. Leipzig 1857.

een weinig uitgehold zijn en waarin de muscoli crico-arytaenoides postici liggen. De bovenrand bezit aan elke zijde eene eironde bolle gewrichtsvlakte die wij later uitvoeriger zullen beschrijven, en door Galenus als humeri cricoidis vermeld zijn. De onderrand is in het midden iets uitgesneden; de zijranden gaan over in het voorste gedeelte, de boog, welke een halven ring vormt, die, hoewel aanvankelijk smal van voren naar achteren echter aan hoogte toeneemt; dit geldt evenwel alleen van zijn' bovensten rand, daar de onderste eene horizontale rigting heeft; deze is in het midde wat uitgehold, van voren iets lager en bezit vóór zijnen overgang in dien der lamina een naar beneden gerigt uitsteeksel, dat in vele gevallen zich verlengt en met den eersten ring der luchtpijp is versmolten, of volgens Huschke ¹⁾ zich somtijds tot de vorming der twee eerste luchtpijpringen verdeelt. Evenzoo lezen wij bij Haller ²⁾ *Anulo primo asperae arteriae nonnunquam annularis cartilago insidet. Sed etiam vidi, difformem ex parte sua posteriori et laterali processum demississe, qui in duos primos asperae arteriae anulos se divisit.* Ik heb hiervan een aardig voorbeeld gevonden aan het strottenhoofd van een 18 jarigen jongeling waar de eerste luchtpijpring, die aan de linkerzijde met de tweede versmolten is, eene voortzetting van dit uitsteeksel daargestelt, zich naar achteren begevende met den onderrand van de lamina vereenigt en evenzoo door een uitsteeksel met het midden van den onderrand des boogs; terwijl aan de rechterzijde de enkelvoudige eerste ring met het uitsteeksel is vergroeid, zoodat zij op vier plaatsen met den onderrand van het ringvormige kraakbeen ver-

¹⁾ In Sömmering, vom Baue des menschlichen Körpers. Leipzig. 1844. Band V. p. 280.

²⁾ In zijne *Elementa Physiologiae corporis humani*. Tom. III. p. 358.

eenigd is. Aan de linkerzijde is dit uitsteeksel steeds sterker ontwikkeld dan aan de regter, wat somtijds voor het geheele kraakbeen geldt en derhalve in overeenstemming is met hetgeen wij van het schildvormige kraakbeen vermeld hebben. De bovenrand die van voren aan den ondersten parallel is, verkrijgt al spoedig eene rigting naar boven, hij vertoont ongeveer in het midden eene zwakke verhevenheid en is voor en achter deze een weinig uitgehold.

De inwendige vlakke is vlak en glad, met het slijmvlies bekleed; de uitwendige gaat van achteren in die der lamina over, is daar het dikste en bezit vóór deze plaats van overgang aan het onderste derde gedeelte eene gewrichtsvlakte voor den ondersten hoorn van het schildvormige kraakbeen; vooral bij sterk ontwikkelde mannelijke strottenhoofden is deze gewrichtsvlakte duidelijk op eene verhevenheid, condylus, geplaatst. De gesteldheid der gewrichtsvlakte zelve vindt eene nadere beschouwing bij die van de

c. Articulatio Crico-Thyroidea.

Hare gedaante is een ovaal, de rand is iets hooger dan het midden waardoor dit een weinig uitgehold zich voordoet, desniettemin is zij zeer vlak; de lengteafmeting, van boven naar beneden vond ik bij een mannelijk strottenhoofd 3 Mm., de dwarsche 2,5 Mm., bij een vrouwelijk waren beide een halve Mm. kleiner. De gewrichtsvlakte aan den ondersten hoorn welke aan diens binnenste zijde, evenwel tevens schuins naar beneden geplaatst is, is iets kleiner. De kapselband vertoont bij doorsnede eveneens een ovaal, is naar evenredigheid sterk, doch zoude bij de vlakheid der gewrichtsgroefve moeilijk genoegzame stevigheid aan het gewricht geven, zoo zij niet door bijkomende hulpban-

den hiertoe werd in staat gesteld. Als zoodanig moet in de eerste plaats vermeld worden een sterke peesachtige band welke van den ondersten hoorn schuins naar boven en binnen loopt en zich aan de lamina cricoidea niet ver van de gewrichtsvlakte voor de bekervormige kraakbeenderen vasthecht; hij wordt bedekt door den *musculus crico-arytaenoides posticus*. Niet Sömmering zooals Merkel opgeeft, maar Santorinus is de eerste geweest die dezen band beschreven en tevens eene duidelijke en juiste afbeelding er van gegeven heeft, ¹⁾ *Secundum (ligamentum) vero utrinque unum laterale quadantenus, et posticum est, atque ab extremo inferiori Thyroidis acuto exortum principio validum, et pene tendineum, sub Crico-Arytaenoidibus posticis delitescens, in editam ejus sinus partem diffusum inseritur, cui iidem postici musculi insident.* Het is duidelijk dat deze band voor de stevigheid van het gewricht van groot gewigt is, en het gevaar van luxatie, die bij de vlakheid der gewrichtsgroef vooral bij de sterk benedenwaartsche beweging van het schildvormige kraakbeen ligtelijk ontstaan zoude, zeer vermindert. Hoewel veel kleiner is er aan het achterst onderste gedeelte evenzoo een versterkingsband aanwezig; ik heb hem slechts zelden zoo ontwikkeld aangetroffen als Sömmering ²⁾ hem heeft afgebeeld. De nervus laryngeus inferior gaat over hem heen naar boven. Constant en veel sterker ontwikkeld vond ik daarentegen een anderen band door Merkel niet vermeld, van het voorste en onderste gedeelte van den hoorn schuins naar voren en beneden naar het ringvormige kraakbeen gaande, tusschen den *Musculus*

¹⁾ J. D. Santorini. *Observationes Anatomicae. Venetiis 1724. p. 99. Tab. III. fig. 1. i.*

²⁾ S. Th. Sömmering. *Abbildungen der menschlichen Organe des Geschmacks und der Stimme. Frankfurt a/M. 1806. fig. XXI. i.*

crico-thyreoideus en den crico-pharyngeus. Men zou deze banden ligamenta cerato-cricoidca kunnen noemen.

Wat de beweging in dit gewricht aangaat, kwamen de ouden hierin overeen dat het schildvormige kraakbeen om deze twee punten op- en nederwaarts bewogen wordt. Ferrein ¹⁾ echter beschouwt deze beweging als eene draaijende om een vast punt. Le Cartilage scutiforme est appuyé à droite et à gauche sur le cartilage annulaire; il se meut sur ces appuis comme autour d'un centre en décrivant un arc de cercle; il se porte tantôt d'arrière en avant et de haut en bas, et tantôt en sens contraire. Huschke ²⁾ zegt: Die Bänder lassen eine schwache Drehbewegung des Schildknorpels zu, wobei die unteren Hörner die festen Punkte sind, um welche sich der vordere Theil des Schildknorpels auf den oberen des Ringknorpels legt. Harless ³⁾ heeft hieromtrent vele metingen in het werk gesteld en gevonden dat deze beweging weder om eine feststehende, noch eine durch Kehlkopftheile hindurchgehende Achse geschieht, sondern dass alle Punkte z. B. des hinteren Schildknorpelrandes in weiter noch vorn oder nach hinten gelegene Vertikalebenen fortrücken, welche sämmtlich diejenige rechtwinklig schneiden, in welcher die Querachse des Kehlkopfes gelegen ist. Desses Fortrücken geschieht aber nicht parallel der ursprünglichen Lage dieser Punkte, sondern mit einer gleichzeitig rascheren Bewegung des oberen Punktes; diese selbst ist nach vorwärts circa $1\frac{1}{2}$ mal ausgiebiger als nach rückwärts.

¹⁾ Memoires de l'Academie royale des Sciences. Paris 1741. pag. 425.

²⁾ l. c. pag. 284.

³⁾ Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Band. IV. pag. 556.

d. De bekervormige kraakbeenderen Cartilagines arytaenoidae s. gutturales, s. triquetrae s. pyramidales.

Bij de beschouwing dezer kraakbeenderen herinnert hun vorm ons wel het allerminste aan dien van een beker, zoodat er schijnbaar geen ongelukkiger naam voor had kunnen gekozen worden; gaan wij echter den oorsprong er van na, zoo vinden wij er eene voldoende reden voor. De oudere anatomen namelijk hielden de beide kraakbeenderen voor één, vandaar dat zij, zooals wij boven reeds aanmerkten, aannamen dat de larynx uitgenomen de epiglottis, uit drie kraakbeenderen bestond. Bij Galenus lezen wij ¹⁾: tertio cartilago, cuius oram superiorem arytaenoidem anatomicorum plurimi nominant, quia pars haec figuram situlae vel gutturnii repraesentet, quam etiamnunc aliqui arytaenam, ἀρυταίνας appellant. Volgens Theophilus is dit een houten nap waarmede de scheepslieden het overtollige water uit het schip schepten, of de tuinlieden de tuinen bevochtigen. De bovenste einden dezer kraakbeenderen te zamen komen dan werkelijk ook overeen met de tuit van eene kan, vooral bij den larynx van het paard worden wij hieraan terstond herinnerd. Jakobus Berengarius is de eerste geweest, die de dupliciteit van dit kraakbeen ontdekt en beschreven heeft ²⁾, waarin de anatomen der 16^{de} eeuw hem zijn nagevolgd en eenigen ook wel (Vesalius, Falloppius) als de ontdekkers er van worden opgegeven.

De vorm dezer kraakbeenderen wordt door de meeste latere schrijvers met eene gekromde driezijdige pyramide vergeleken, hetgeen onzes inziens de meest duidelijke voorstelling van hen geeft; beter althans vol-

¹⁾ Galenus de usu partium Lib. VII. Cap. XI.

²⁾ In Mundinum p. 893.

doet zij dan de vergelijking die Merkel hiervoor in de plaats wil stellen, als hij van hunne overeenkomst met een gesteelden hamer spreekt. Met eene pyramide hebben zij vier zijden gemeen, waarvan eene de grondvlakte, de drie anderen de zijvlakten vormen en in eene top uitloopen die een weinig naar achteren is omgebogen, deze vlakten zijn eene buitenste, binnenste en achterste en allen driehoekig; de randen zijn eene voorste, eene buitenste en eene binnenste. De binnenste vlakte is de eenvoudigste en kleinste, glad en effen en naar die der andere zijde gekeerd, zij gaat met een afgeronden rand in de achterste over, die in de lengte uitgehold is en naar achteren ziet; deze dient tot aanhechting van spieren. De buitenste vlakte ziet naar voren en buiten, wordt daarom ook wel als de voorste beschreven, is de grootste en bezit eene verhevene dwarsche lijn welke van den voorsten hoek der grondvlakte juist naar het midden van den buitensten rand gaat, en *linea transversa*, door Huschke *tuberculum* genoemd wordt; boven en onder deze lijn vindt men eene groeve, *fovea*, de onderste meer verlengd en horizontaal, de bovenste meer rond, welke ook van boven door een meer verheven rand omgeven is.

De onderste golfvormig gebogene vlakte is driehoekig, de basis naar achteren, de top naar voren gerigt; deze laatste loopt zeer spits toe, verlengt zich naar voren en vormt zoo doende een uitsteeksel, bekend onder den naam van stemband-uitsteeksel, *processus vocalis*; eene eigenaardigheid hiervan is dat dit uitnetvormig kraakbeen bestaat in tegenoverstelling van het hyaline kraakbeen, waaruit de *Cartilago arytaenoidea* is zamengesteld; bij microscopisch onderzoek ziet men dat dit van den buitenwand af hierin overgaat. Van dit uitsteeksel af is de onderste vlakte naar achteren bol, doch gaat ongeveer in het midden in de sterk uitgeholde gewrichtsvlakte voor het ringvormige kraakbeen

over. De buitenste, achterste en onderste vlakke vormen door hunne vereeniging een naar achteren en buiten gekeerd uitsteeksel dat, daar het aan de vorming van genoemde gewrichtsvlakte een groot deel neemt, gewrichtsuitsteeksel, *processus articularis*, echter ook wel spieruitsteeksel, *processus muscularis* genoemd wordt. Dit brengt ons van zelve tot de beschouwing van de

e. Articulatio Crico-Arjtaenoidea.

De gewrichtsvlakte aan het ringvormige kraakbeen, de humerus van Galenus is gelegen regt boven die voor den ondersten hoorn der *Cartilago thyreoidea*, op de plaats waar de bovenrand der *lamina* in dien van den boog overgaat. Hieruit volgt reeds dat deze vlakke niet horizontaal is maar naar voren en beneden hellende. Zij is ovaal van vorm en heeft eene rigting van achteren, binnen en boven, naar voren, buiten en beneden. Zij is van voren naar achteren bol, en de achterste rand steekt vooral bij mannelijke strottenhoofden iets, ofschoon zeer weinig boven de buitenste vlakke uit. De lengteafmeting, van binnen naar buiten, vond ik bij een mannelijk strottenhoofd $6\frac{1}{2}$ Mm., de breedte 4 Mm. groot; bij een vrouwelijk de eerste 6 Mm., de laatste 4 Mm.

De kapselband ontspringt aan haren rand en hecht zich evenzoo aan den rand der gewrichtsvlakte van het bekervormige kraakbeen vast. Deze gewrichtsvlakte neemt het achterste maar grootste gedeelte van de ondervlakte van dit kraakbeen in, heeft dezelfde gedaante, maar is van voren naar achteren uitgehold; dit is tevens hare lengteafmeting welke bij hetzelfde mannelijke strottenhoofd 5 Mm. bedroeg; de afmeting in de breedte was 4 Mm. groot, bij de vrouw verhielden zij zich evenzoo.

De kapselband van dit gewricht verdient onze bijzondere aandacht, daar deze op de bewegingen van het bekervormige kraakbeen van invloed is. Bij zijne blootlegging zien wij terstond dat hij aan de voor- en buitenzijde veel dunner is dan aan de binnen en achterzijde. Vooral de rand waar de binnen- en achterzijde elkander raken is het sterkste. Harless ¹⁾ die dit door proeven heeft trachten te bevestigen vond dat er een gewigt van $3\frac{1}{2}$ pond noodig was om dit gedeelte van zijne aanhechting los te scheuren, zonder dat dit zelve daardoor in tweeën werd gescheiden. Snijdt men het voorste gedeelte in, dan kan men duidelijk zien dat het sterkere achterste gedeelte gevormd wordt door bijkomende peesvezelen welke zich op den kapselband leggen en van het eene kraakbeen naar het andere loopen. Vooral is dit het geval met bovengenoemden rand, die meer van de gewrichtsvlakte verwijderd van den bovenrand der lamina cricoidea komt en zich hooger aan den binnensten rand van het bekervormige kraakbeen vastzet. Van hier af naar achteren en buiten toe ontspringen nu meerdere vezelen, welke zich naar het bekervormige kraakbeen begevende, waaijervormig uitbreiden en zich hieraan vasthechten van af den binnensten rand tot aan den processus articularis; duidelijk is dit gedeelte reeds door Santorinus beschreven en de beteekenis er van aangegeven. ²⁾ Harless noemt het Portio triangularis s. posterior. Naar voren en binnen toe vindt men weder peesvezelen welke niet zooals de beschrevene divergevende, maar evenwijdig van het binnenste gedeelte van den rand der gewichtsvlakte van de Cartilago cricoidea naar het bekervormige kraakbeen gaan

¹⁾ Harless in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Band IV. Art. Stimme.

²⁾ l. c. pag. 99.

en zich niet zoo zeer aan den rand als wel aan de binnenste vlakke vasthechten. Harless noemt dit gedeelte *Portio rectangularis s. interna*. De hoek dien deze twee gedeelten met elkander vormen is niet vet aangevuld. Bij microscopisch onderzoek vindt men dat het voorste gedeelte van den kapselband rijk is aan elastische vezelen, het achterste daarentegen is meer vezelachtig. Over het geheel is hij echter zeer los en laat eene zeer vrije beweging van het bekervormige kraakbeen toe; men kan zelfs beide gewrichtsvlakten van elkander aftrekken en ik zag dat het bekervormige kraakbeen hierdoor 2—3 Mm. hooger kwam te staan.

Na deze beschrijving rijzen twee vragen op: welke bewegingen kunnen in dit gewricht plaats hebben, welke beteekenis heeft hierbij de kapselband. Het antwoord dat wij algemeen hierop gegeven vinden is: eene tweeledige beweging 1° eene van het bekervormige kraakbeen volgens de lengteafrmeting der gewrichtsvlakte van de *Cartilago cricoidea*, waarbij het naar boven, binnen en achteren en omgekeerd naar voren, beneden en buiten verschoven wordt, gewoonlijk op- en nederwaartsche beweging genoemd. 2° eene buiten- en binnenwaartsche beweging, waarbij het bekervormige kraakbeen naar achteren en buiten, en omgekeerd naar voren en binnen wordt bewogen. Harless voegt hier nog ten 3° eene op- en nedergaande beweging van den *processus vocalis* bij. Het is waar, wanneer men aan een strottenhoofd de zachte deelen tot op den kapselband heeft weggenomen, dan kan men het kraakbeen deze bewegingen met de vingers doen ondergaan en men kan ze zelfs nog tot meerdere uitbreiden, dat zij echter ook bij de stemvorming ieder op zich zelve kunnen plaats hebben, meenen wij te moeten betwijfelen; de vorm der gewrichtsvlakten die deze bewegingen aangeven is echter evenzooer noodzakelijk. Wij gelooven dat alleen de

buitenachterwaartsche en binnenvoorwaartsche beweging in vivo de wezenlijke is; daarom is de meerdere lengte der gewrichtsvlakte van de cartilago cricoidea niet overbodig, deze is juist noodzakelijk, want waré zij minder lang, dan zoude deze beweging te belemmerd, te eenzijdig plaats hebben. Zij geschiedt nu niet om eene vastliggende, met de lengteafmeting der gewrichtsvlakte overeenkomende as, maar het kraakbeen volgt veeleer de diagonaal van het parallelogram door beide rigtingen, waarin de beweging kan plaats grijpen, beschreven. Bij de beschouwing van de werking der spieren is het tevens duidelijk, dat alleen in deze rigting de beweging kan tot stand komen, hetgeen door het onderzoek met de laringoscoop bevestigd wordt.

Wij hebben nog na te gaan of de bewering van Harless juist is, dat bij de achterwaartsche beweging van het bekervormige kraakbeen, de zwakheid van het voorste gedeelte van den kapselband wordt te gemoet gekomen door den stemband en zodoende eene verscheuring van den eersten wordt voorkomen. Hiertoe hebben wij alle zachte deelen rondom het gewricht verwijderd, de stembanden van de Cartilago arytaenoidea afgeprepareerd, zoodat alleen de kapsel in zijn geheel behouden bleef; deden wij nu de sterkst mogelijke achterwaartsche beweging aan het kraakbeen ondergaan, zoo bleek het duidelijk dat het voorste zwakkere gedeelte van den kapsel niet het minste gevaar liep van te verscheuren: het binnenste sterkere gedeelte werd hierbij sterk aangespannen, doch voorkwam juist hierdoor de te sterke spanning van het eerste. Buitendien, gedurende het leven heeft deze spanning naar achteren nimmer plaats, zooals Harless zich dit voorstelt, daar hierbij geene toonvorming tot stand komt.

f. *De Santoriniaansche kraakbeenderen. Cartilagine, s. capitula, s. cornicula Santoriniana.*

Deze komen wel het eerst in aanmerking na de behandeling der bekervormige kraakbeenderen, daar men hen vroeger als één met deze laatste beschouwd heeft. Zij ontleenen hunnen naam aan den ontdekker die hen zoo duidelijk afgebeeld ¹⁾ en beschreven heeft dat wij ons niet onthouden kunnen zijne eigene woorden hieromtrent ²⁾ mede te deelen: Nos vero licet dispari nomine, et sedulitate ac Falloppius (Santorinus meende dat Falloppius het enkelvoudige bekervormige kraakbeen der ouden het eerst als uit twee kraakbeenderen bestaande had beschreven) ex Arytaenoidibus singulas duplici constare cartilagine, et deteximus, et monstravimus. Id ipsum autem dignoscere cuicumque perfacile erit, si vel nulla scalpelli ope summo dumtaxat digito Arytaenoidum apices, seu capitula, et suis in sedibus locata contractabit. Haec enim nulla vi sic quoquo versum flexilia reperiet, ut ea protinus non continua, sed laxo vinculo copulata percipiet. En verder: Haec quae nos imposterum Arytaenoidum Capitula nominabimus, saepe laxiore, firmiore interdum nexu cum Arytaenoide committuntur, sic tamen, ut praeclare non continua, sed superaddita videantur.

Met opzet hebben wij dit alles van Santorinus overgenomen, omdat vele schrijvers na hem eene andere meening hieromtrent geuit hebben en hunne zelfstandigheid ontkennen. Winslow ³⁾ zegt dat zij slechts bij eenige voorwerpen zeer bewegelijk en ware appen-

¹⁾ Santorinus. l. c. Tab III fig. 3 a.

²⁾ Santorinus. l. c. pag. 96 seq.

³⁾ Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1782
Traité de la tête n. 430.

dices schijnen te zijn, die zich gemakkelijk loslaten. R. A. Vogel ¹⁾ brengt hen geheel tot epiphyses terug, omdat volgens hem, vooral bij oude personen, de afscheiding geheel verdwijnt. Zoo oppervlakkig echter had Santorinus het onderscheid niet nagegaan en hij zegt wel degelijk: Neque id tantummodo aut in infantibus, aut in pueris, verum et in provectis aetate, et natu admodum grandibus, ut nos constanter invenimus, reperiet. Daarentegen lezen wij bij Husckke ²⁾ dat de top van het bekervormige kraakbeen met de gewrichtsgroef aan de grondvlakte van de Cartilago Santoriniana door eene zeer teedere gewrichtskapsel van $\frac{1}{3}$ " grootte, ligamentum ary-Santorinianum is verbonden, terwijl hij de verbinding eene arthrodis noemt. Zeer bescheiden voegt hij hierbij dat echter misschien de bouw van dezen band verschilt, daar een zorgvuldig anatoom, als Krause dezen kapselband ontkent en alleen elastische vezelen als het verbindingsmiddel beschrijft. Ook Weber ³⁾ beschrijft hen als door een kleinen kapselband bewegelijk met de bekervormige kraakbeenderen verbonden. Merkel ⁴⁾ in tegenoverstelling hiervan beschouwt hen als onmiddellijk aan den festen Giesskannenknorpel angewachsen, wie die Sehne an den Knochen oder wie der Stimmfortsatz an den Körper des Giesskannenknorpels. Ook Cruveilhier beschouwt hen als één met de bekervormige kraakbeenderen. Het schijnt onbegrijpelijk wanneer men onderzoek naar hen doet hoe over dit punt nog verschil bestaan kan want men ziet hen steeds bewegelijk aan den top

¹⁾ In zijne Opuscula medica selecta. De larynge humano. Gottingae 1768. pag. 14.

²⁾ l. c. pag. 236.

³⁾ In Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen. Vierte Auflage. Band IV. pag. 161.

⁴⁾ l. c. pag. 86.

der Cartilagines arytaenoideae verbonden; vooral blijkt dit duidelijk wanneer men eene overlangsche doorsnede door het Santoriniaansche en bekervormige kraakbeen maakt; men kan dan de plaats van afscheiding naauwkeurig waarnemen; zij zijn door een kapselband verbonden, welke bij microscopisch onderzoek uit twee lagen, eene vezelige en eene elastische blijkt te bestaan. Maakt men met het dubbelmes eene overlangsche coupe, zoo ziet men zeer duidelijk de grenzen van het hyaline kraakbeen van de Cartilago arytaenoidea, vervolgens eene laag vezelachtig- elastisch weefsel en eindelijk de overgang in het netvormige kraakbeen der Cartilago Santoriniana.

g. De Wrisbergiaansche Kraakbeenderen, Cartilagines Wrisbergianae s. cuneiformes.

De onder dezen naam bekende kraakbeenderen zijn gelegen in de later te vermelden membranae ary-epiglotticae.

Wanneer men een uit het lijk genomen strottenhoofd of door middel van de laryngoscoop een larynx in vivo beschouwt, dan bemerkt men hen kort voor de bekervormige kraakbeenderen en de Capitula Santoriniana als eene welving, een afgerond uitsteeksel; bij het eene strottenhoofd echter duidelijker dan bij het andere. Over het bestaan dezer kraakbeenderen zijn zoowel onder vroegere schrijvers, als onder tegenwoordige autoriteiten verschillende gevoelens geweest en wanneer men bij eenige larynges onderzoek naar hen heeft gedaan, zoo verwondert ons dit geenszins. Wij zullen kortelijk hunne geschiedenis nagaan. J. B. Morgagni ¹⁾ is de eerste die deze vormsels vermeld heeft onder den

¹⁾ Adversaria anatomica I. Art. 2.

naam van *glandulae arytaenoideae*, in den vorm van eene L, gelegen in den band die het schildvormige met het bekervormige kraakbeen verbindt, met het eene langere been, *crus longius* naar boven, het andere kortere, *crus brevius* naar voren gekeerd. De kern van het langere been beschrijft Morgagni reeds uit meer vaste zelfstandigheid bestaande, als *columella*, en wel: *Columella videtur extracta, interdum ex cartilagineis fragmentis alias ex solidiuscula ejusdem glandulae substantia, qua illud alterum longius crus intrinsecus pariter et secundum ejus longitudinem coercetur.*

Zij zijn naar Wrisberg genoemd geworden, daar hij hen als uit kraakbeen bestaande heeft beschreven. Malgaigne ontkent deze kraakbeenderen echter en zegt dat zij niets anders zijn dan de *glandulae arjtaenoideae laterales*. Ook Cruveilhier zegt ronduit ¹⁾ ces noyaux cartilagineux n'existent pas chez l'homme. Ofschoon hij eenige bladzijden verder vermeldt er een aan beide zijden in de zelfstandigheid van de *glandula arjtaen*: lat: gevonden te hebben. Luschka ²⁾ beschrijft hen als bij den een duidelijker dan bij den ander voorhanden, derhalve niet constant. Zij bestaan uit week, nu eens geel, dan weder door imbibitie rood gekleurd netvormig kraakbeen, en zijn cilinder of wigvormig, soms ook wel vormen zij meerdere los zamenhangende stukjes van verschillende grootte. Hunne gemiddelde lengte bedraagt 8 Mm., hunne breedte wisselt af tusschen 1½ en 3 Mm. Zij zijn omgeven van de *glandulae arjtaenoideae laterales*.

Wat mijne waarnemingen over het voorkomen dezer kraakbeenderen betreft, zoo heb ik hen in den regel

¹⁾ Traité d'Anatomie descriptive Trois. edit: Paris 1852 III pag. 508.

²⁾ Zeitschrift für rationelle Medizin, von Henle und Pfeuffer herausgegeben. Dritte Reihe, Band VII. pag. 270.

bij mannelijke strottenhoofden gevonden, en bij vrouwelijke gemist; daar echter bij bovengenoemde schrijvers over dit verschil bij vrouwelijke en mannelijke laringes niëts wordt aangegeven durf ik dit niet als een doorgaande regel vaststellen en moeten latere onderzoekingen dit bevestigen.

Luschka vermeldt verder nog twee andere kraakbeentjes, die bijna even zoo dikwijls als de vorige voorkomen bij vergelijkt ze met de bij vele dieren aanwezige cartilaginee sesamoideae. Zij zijn van zeer geringen omvang, 3 Mm. lang, 1 Mm. breed, bestaan uit netvormig kraakbeen en zijn gelegen aan den zijrand van het beker-vormige kraakbeen; het perichondrium dat hen bekleedt loopt in twee bijna geheel uit elastische vezelen bestaande fijne bandjes uit, waarvan het eene in het perichondrium van de Cartilago Santoriniana, het andere in dat van de arytaenoidea overgaat.

b. Het strotklepje. Epiglottis.

Bij Hippocrates ¹⁾ vermeld onder den naam van *κλήθρον* = claustrum, afgeleid van *κλειόω*, sluiten ook wel als *επιγλωσσις* ²⁾ van *επι* en *γλῶσση* = tong, vinden wij het bij Celsus ³⁾ als *exigua lingua* aangegeven. Door Galenus wordt het als niet tot den larynx behorende beschouwd. Zijn vorm door Hippocrates met het blad van klimop vergeleken heeft, zoo als de naam door Celsus er aan gegeven reeds aanduidt meer overeenkomst met de tong, ofschoon ook onder de latere schrijvers Winslow het nog met het blad van porselein vergelijkt. Het is aan het bovenste gedeelte van den hoek van het schildvormige kraakbeen ingeplant en naar boven en achteren gerigt. Men onderscheidt er aan eene voor-

¹⁾ Hippocrates. De Morbis. Lib. II.

²⁾ Idem, de Corde.

³⁾ Celsus. Lib. IV, cap. 1.

ste en achterste vlakke, twee zijranden, een bovenste breeder en onderst smaller en puntig toeloopend einde. Beide vlakten zijn zadelvormig gekromd, met dat verschil echter dat aan de voorste de uitholling van boven naar beneden, aan de achterste van de eene naar de andere zijde plaats heeft. De laatste bezit echter aan de onderste helft in het midden eene overlangasche verhevenheid reeds door Santorinus beschreven ¹⁾ en door hem en ook bij Sömmerring ²⁾ afgebeeld. Het bovenste einde is afgerond en naar voren omgebogen, waardoor dit gedeelte den vorm van de tuit eener kan verkrijgt. Het kraakbeen wordt van af het midden naar beneden smaller en loopt in eene punt uit, welke geplaatst is juist in de incisura thyreoidea superior, zoo echter dat de punt niet den bodem dier insnijding raakt; dit kan men nagaan wanneer men aan het onderste gedeelte hiervan van voren naar achteren eene speld steekt alsdan treft men hierbij niet de punt van het kraakbeen, maar doorboort het ligamentum thyreo-epiglotticum waardoor dit aan het schildvormige kraakbeen wordt bevestigd. Dit is een sterke elastische band van 3 à 4 Mm. lengte en breedte welke zich iets onder de incisura thyreoidea vasthecht juist naast de insertie van de bovenste stembanden.

Wij hebben nu nog de overige verbindingen van het strotklepje met de omringende deelen na te gaan en wel die met het tongbeen, de tong, de bekervormige en Santoriniaansche kraakbeenderen en worden daarvoor van zelve geleid tot de beschouwing van:

B. DE ELASTISCHE BANDEN VAN HET STROTTEHOOFD.

De verbinding van het strotklepje met het tongbeen geschiedt door

¹⁾ l. c. p. 107.

²⁾ l. c. 6g. 19.

a. *het ligamentum hyo-epiglotticum,*

of liever de membrana hyo-epiglottica, wat haren vorm betreft zou men haar ook wel membrana semilunaris kunnen noemen; zij ontspringt van den geheelen bovenrand van het ligchaam en den binnenrand van de groote hoornen des tongbeens tot aan de capitula der laatsten; van deze uitgebreide plaats van oorsprong loopen de middelste vezels naar achteren, de zijdelingsche convergerend naar binnen om zich aan de voorste vlakke van het strotklepje tot aan den zijrand vast te hechten; deze plaats van aanhechting is in het midden regtlignig doch stijgt zijdelings aan den rand der epiglottis meer naar boven; dit middelste gedeelte ligt juist boven de plaats waar aan de achterste vlakke bovenvermelde verhevenheid is gelegen; onmiddelijk daar boven neemt

b. *Het ligamentum glosso-epiglotticum*

zijn oorsprong aan de voorvlakte der epiglottis en begeeft zich naar den wortel der tong, wij zullen dit echter eerst later uitvoeriger behandelen.

Bovendien vormt het slijmvlies der tong bij zijn overgang op de voorvlakte van de epiglottis nog drie plooijen eene middelste en twee zijdelingsche; tusschen de middelste en elke zijdelingsche plooi ontstaat eene groeve, vallecula genoemd.

c. *De membrana ary-epiglottica.*

Eindelijk hebben wij nog de verbinding van het strotklepje met de bekervormige en santoriniaansche kraakbeenderen na te gaan. Van de zijranden der epiglottis ontspringt ongeveer van af de plaats waar de mem-

brana hyo-epiglottica zich aan dezen vasthecht tot aan de onderste punt en zelfs nog verder aan de binnenste vlakke van het schildvormige kraakbeen, een vezelachtig elastisch vlies dat zich naar het bovenste gedeelte van de cartilago arytaenoidea en santoriniana begeeft. Dit vlies dat den naam draagt van membrana ary-epiglottica, doch om zijnen vorm ook wel membrana quadrangularis genoemd wordt, hangt naar boven met het zijdelingsche gedeelte van de membrana hyo-epiglottica en naar voren met het ligamentum hyothyreoideum zamen. Het heeft een vierhoekigen vorm, de voorste rand is met den zijrand der epiglottis vergroeid, de onderrand vormt den zoogenaamden bovensten stemband, de achterrand vereenigt zich met het beker-vormige kraakbeen, de bovenrand is vrij, en het slijmvlies dat dezen rand als eene plooi omgeeft is bekend onder den naam van ligamentum epiglottideo-arytaenoideum, dat met dezelfde plooi der andere zijde den ingang van den larynx tusschen zich laat. Deze randen zullen echter niet horizontaal naar achteren loopen, maar naar beneden hellende omdat hunne achterste plaats van insertie lager gelegen is dan de voorste. Bovendien convergeren de vlakten van beide membranen met elkander, omdat de zijranden der epiglottis en derhalve hunne plaatsen van oorsprong, elkander steeds meer naderende in eene punt uitloopen. De binnenste vlakke is vrij, naar die der andere zijde gekeerd en met het slijmvlies bekleed. Van de buitenste vlakke is het voorste gedeelte naar het schildvormige kraakbeen gekeerd, waarop wij later nog terugkomen; het achterste gedeelte is vrij en het slijmvlies dat dit overdekt gaat in dat van den pharynx over.

d. De stembanden, ligamenta thyreo-arytaenoidea.

Dat deze de gewigtigste deelen van het geheele strottenhoofd zijn, is reeds door de oudere schrijvers te boek gesteld. Galenus zegt ¹⁾: In spatio laryngis corpus quoddam est locatum, quod neque substantia, neque figura cuiquam eorum, quae in toto sunt animali est simile. Id primum et principalissimum vocis est instrumentum, simile quidem linguae alicujus fistulae. En verder: Id Corpus quod *γλωττιδα* = linguam nomino. Hij vat dus de beide stembanden met de spleet die zij tusschen zich laten onder den naam glottis te zamen; bij Oribasius vinden wij nog het zelfde idée en zooals Haller ²⁾ opmerkt, satisque diu etiam apud Riolanum vetustus error haesit. Vesalius ³⁾ beschrijft hen het eerst als ligamenta laryngis, en zegt omtrent de glottis: *Glottis* enim laryngis rimam indicat quam duo tertiae cartilaginis processus, in media laryngis cavitate pingui membrana obducti, constituunt. Hij maakt verder opmerkzaam op de verwarring door vele schrijvers vóór hem begaan tusschen glottis en epiglottis, daar Celsus de laatste ook lingua noemde. Casserius ⁴⁾ echter zegt later nog van de glottis: Definiri potest, quod sit, vocis primum instrumentum, fistulae linguam referens, et substantia membranosa, adiposa, glandulosa, peculiari carne, et parenchymate, conflatum. Eerst Morgagni geeft eene meer naauwkeurige beschrijving van de stembanden.

In het binnenste van den larynx vindt men ongeveer van het midden van den hoek der Cartilago thy-

¹⁾ I. c. Lib VII. cap. 13.

²⁾ I. c. pag. 375.

³⁾ Opera anatomica Lib. 1. cap. 38.

⁴⁾ Julii Casserii, vocis auditusque organia historia anatomica. Cap. 14.

reoiden naar achteren naar de Cartilaginee arytaenoiden vier banden uitgespannen; twee onderste en twee bovenste bekend onder den naam van onderste en bovenste, of ware en valsche stembanden, ligamenta vocalia inferiora et superiora. De bovenste stembanden hebben wij als de onderste einden der membranae aryepiglotticae leeren kennen, en zullen later nog op hen terug komen. De onderste of eigenlijke stembanden verdienen als zoodanig onze bijzondere aandacht en beschouwing. Elke van hen wordt gevormd door eene verdubbeling van het elastische bekleedsel van het strottenhoofd, in welke verdubbeling de musculus vocalis gelegen is, wier beschrijving bij die der spieren volgt. Hij heeft den vorm van eene driezijdige pyramide en vertoont derhalve bij loodregte doorsnede een driehoek. De bovenste vlakke ziet naar den bovensten stemband van hare zijde en vormt den bodem van den tusschen beiden gelegenen ventriculus Morgagni. De binnenste vlakke beantwoordt niet geheel aan haren naam, maar is meer naar binnen en beneden gekeerd. De buitenste vlakke is niet zooals de anderen vrij, maar één met de omringende deelen en derhalve niet in werkelijkheid voorhanden. De boven- en binnenvlakke vormen met elkander een vrijen rand, stembandrand, welke naar binnen, naar dien der andere zijde ziet; deze wordt gevormd door eene verdubbeling van het elastische bekleedsel dier vlakten; de beide platen die haar samenstellen wijken echter naar buiten meer en meer uit elkander en vormen zoo een hoek van $13^{\circ}29'$ (Harless). Wij hebben nu de inplanting van den stemband aan het schildvormige kraakbeen naar voren en aan het bekervormige kraakbeen naar achteren na te gaan. De eerste geschiedt ongeveer in het midden van de lamina mediana; deze verbinding is eene zeer innige, men ziet de elastische vezelen onmiddellijk in het

kraakbeenweefsel overgaan, zoodat men nog kraakbeen-cellen tusschen hen ziet ingestrooid; dit zelfde ziet men aan de *Cartilago arytaenoidea*; bij het schildvormige kraakbeen heeft Prof. Halbertsma gevonden dat de lengteas der cellen in de rigting der elastische vezelen gelegen is, en in die cellen overgaan, welke parallel aan de buitenvlakte der *Cart. thyreoidea* gelegen zijn; tevens heeft hij opgemerkt dat de binnenste laag van de elastische vezelen der stembanden voor hunnen overgang in het kraakbeen zich met elkander kruissen. Beschouwen wij de inplanting van de binnenste vlakte, dan zien wij dat deze aan het schildvormige kraakbeen eene lijn vormt, welke naar beneden en tevens iets naar buiten gerigt is, de bovenste bundels zullen derhalve meer naar binnen, de onderste meer naar buiten ontspringen; daar de voorzijde van de *Cartilago thyreoidea* naar achteren hellende is, zoo zullen tevens de bovenste vezelen iets langer dan de onderste zijn. Aan deze vlakte van den stemband kan men van boven naar beneden drie gedeelten of streken onderscheiden, door *Merkel Zonen* genoemd. Het bovenste, randgedeelte is het smalste, ongeveer $\frac{3}{4}$ Mm breed, ontspringt het meest naar binnen en bevestigt zich aan het bekervormige kraakbeen aan den bovensten rand van het stembandsuitsteeksel en nog iets daarboven, waarvan het gevolg is dat de bovenste vezelen iets langer dan de onderste zullen zijn. Het tweede of middelste gedeelte zien wij door een uiterst fijn groefje van het eerste afgescheiden, hetgeen aan de plaats van oorsprong, die juist onder de andere gelegen is duidelijker is te zien; het heeft dezelfde breedte als het vorige en hecht zich aan de punt van den *processus vocalis* vast. Het onderste gedeelte strekt zich tot aan de onderste grens van den stemband uit en is breeder; het gaat naar beneden in het elastische weefsel

van het strottenhoofd over; naar achteren zet het zich aan het onderste gedeelte van het stembanduitsteeksel vast.

Wanneer men de bovenste vlakte van den stemband beschouwt bemerkt men dat het binnenste gedeelte aan den vrijen rand zich een weinig verheft, dit stelt de bovenste vlakte van het vermelde randgedeelte daar, het bezit dezelfde breedte als dit en helpt dit dus voltooijen; hieronder liggen nog geene spiervezelen, wel onder het meer naar buiten gelegene gedeelte. Het randgedeelte hecht zich vast juist in het midden tusschen den bodem der incisura superior en den onderste rand van het schildvormige kraakbeen. Nadat het elastische bekleedsel van het strottenhoofd de onderste stembanden gevormd heeft, gaat het naar beneden naar den onderrand van het schildvormige kraakbeen en van daar naar het ringvormige. Bij dezen overgang vormt het

e. het ligamentum crico-thyreoideum

een band die alzoo de ruimte tusschen deze kraakbeenderen gedeeltelijk aanvult en door elastische vezelen die van den onderrand van het schildvormige kraakbeen ontspringen versterkt wordt; hij heeft eene lengte van 6—7 Mm, doch kan tot op 10 Mm verlengd worden, steeds vindt men dezen band een of twee malen doorboord tot doorgang van bloedvaten; hij heeft naar buiten geene bepaalde grens, doch verbreedt zich naar achteren en beneden om zich verder aan het zijdelingse gedeelte van den bovenrand des boogs der Cart. cricoidea vast te hechten. Hij ligt tusschen de beide musculi crico thyreoidei, welke hij van eenscheidt.

C. INWENDIGE BESCHOUWING VAN HET STROTTEHOOFD.

a. *de ventriculi Morgagni.*

Na de beschouwing der onderste stembanden hebben wij de tusschen dezen en de bovensten gelegene boezema, ventriculi Morgagni genaamd nader na te gaan. Reeds bij Galenus vinden wij hen als ventriculi vermeld, na hem zijn zij echter in de vergetelheid geraakt; wel beschrijven Fabricius en Julius Casserius hen bij verschillende dieren, doch die van het menschelijke strottenhoofd zijn eerst door Morgagni afgebeeld en beschreven geworden, zoodat wij toch met regt hen naar zijnen naam kunnen noemen. Bij naauwkeurig onderzoek bemerkt men dat zij uit twee gedeelten bestaan: het eerste is dat hetwelk wij bij oppervlakkige beschouwing tusschen den bovensten en ondersten stemband gelegen zien, terwijl men om het tweede waar te nemen den bovensten stemband moet opligten. Men bemerkt dan dat onder het voorste gedeelte van dezen band eene halvemaaanvormige plooi van elastisch weefsel van het schildvormige kraakbeen afgaat, welke van binnen naar buiten gerigt is; deze plooi vormt met den onderrand van den bovensten stemband eene opening die den toegang tot het tweede gedeelte daarstelt, hetwelk zich als een zak, saccus ventriculi verhoudt. Deze zak voert naar boven en is gelegen tusschen den binnensten wand van het schildvormige kraakbeen en de membrana ary-epiglottica. (zie pag. 28). Hij is echter niet bij alle strottenhoofden op dezelfde wijze voorhanden, soms is hij zeer ondiep, ook de vermelde plooi is veranderlijk van lengte en vorm; somtijds wordt zij langer en vereenigt zich van achteren met den bovensten stemband. De zak buigt zich aan het bovenste gedeelte iets naar achte-

ren om en van daaruit vindt men weder eene plooi die echter kleiner is en naar den bodem van den ventriculus voert. In dezen zak openen zich verscheidene slijmfollikels en de functie er van blijkt dus van zelve: door de meerdere uitbreiding die het slijmvlies in hen verkrijgt, bieden zij eene gereede gelegenheid aan om door meerdere afscheiding van slijm, de stembanden gedurende hunne trillingen te bevochtigen; de rigting der plooiën wijst de afgezonderde slijm dan ook den weg om zich over de stembanden te verspreiden. Dit is echter niet de eenige wijze waarop zij bevochtigd worden, ook de uitstroomende lucht voert de slijm van beneden af bovenwaarts om dit doel te helpen bereiken.

Tot het wegvloeiën van dit vocht heeft Merkel eene goot gevonden en wel de zachte verdieping gelegen tusschen den voorrand van de *Cartilago arytaenoidea* en de bij de beschrijving van het *Wrisbergiaansche* kraakbeen vermelde *columella*; hij noemt deze: *filtrum ventriculorum*, welke dan gebruikt zoude worden, wanneer de beide bekervormige kraakbeenderen elkander geheel genaderd zijn; in het tegengestelde geval vloeit het vocht weg door de ruimte tusschen de beide *Cartilagines Santorinianae* aanwezig. Dat deze goot tot dit doel daargesteld is, gelooven wij daarom te moeten betwijfelen omdat zij dan zeker in meer gevallen zoude voorkomen, want bij een vrouwelijk strottenhoofd waar men alleen de zeer kleine *glandula arytaenoidea* waarneemt is deze verdieping niet te zien; ten anderen worden bij het zingen bij elke inademing de bekervormige kraakbeenderen van elkander verwijderd, zoodat er dan gelegenheid tot het uitvloeijen van vocht bestaat.

Gereedelijk volgt nu de beschouwing van

b. *de glottis, stemspleet.*

Onder stemspleet verstaat men de ruimte tusschen de beide onderste stembanden, welke van achteren overgaat in de tusschen de beide bekervormige kraakbeenderen gelegene opening. Vroeger maakte men dit onderscheid niet en het laatste gedeelte met het eerste vereenigende, bestempelde men het geheel met den naam *glottis*, wiens oorsprong wij boven hebben nagegaan. Bij de latere schrijvers vinden wij deze verdeeling steeds aangenomen en hoewel men algemeen een juist begrip hieromtrent voedde, waren de namen niet gelukkig gekozen om dit begrip uit te drukken. Het voorste tusschen de stembanden gelegene deel noemde men *stemspleet*, *rima vocalis* of *glottis vocalis*, het tusschen de beide bekervormige kraakbeenderen gelegene deel, *glottis respiratoria*, alsof deze zoude dienen om gedurende de stemvorming de ademingsfunctie haren ongehinderden loop te laten. Dat dit een valsch idée is behoeft wel niet nader uiteengezet te worden. Harless echter treedt over dit gedeelte meer in bijzonderheden en noemt het de *ventielopening*, welke de willekeurige „Oeconomie van den adem” zooals de zangers dit noemen helpt; volgens hem is deze ventiel werkzaam om de spanning der lucht onder de stembanden te regelen. Eerst later zullen wij dit punt nader behandelen.

Merkel verstaat onder stemspleet het volgende: *Stimmritze ist der Raum zwischen den beiden Stimmbändern, soweit dieselben gerade schwingen, und durch die Schwingungen zum Tone beitragen. Bald liegt demnach die Stimmritze nur zwischen den beiden oberen Zonen der Stimmbänder; bald zwischen den oberen und mittleren zusammen, bald zwischen allen drei Zonen. Wir haben also nicht nur die Stimmritzenränder zu unterscheiden, sondern auch die Stimmritzen-*

wände d. h. die Fläche, welke an jedem Stimmband vom Rand an nach unten sich ausdehnt, und welke nach innen gegen die des andern Bandes zugekehrt ist. Dit begrip is echter niet nieuw zooals hij meent, als hij zegt: Früher wurde der zwischen den Stimmritzenwänden oder zwischen beider 2. und 3. Zone gelegene Raum nicht mit zur Stimmritze gerechnet. Reeds Joh. Müller zegt ¹⁾: Die ganze Membran des trichterförmigen Vorraums der Stimmritze schwingt bei den Brusttönen mit der ganzen Dicke und Breite der unteren Stimmbänder mit. Wird dieser Trichter in seinem weiten, nach unten sehenden Theil seitlich verengert, die Stimmritze also in der Richtung ihrer Tiefe von oben nach unten vergrößert, etc. Het blijkt hieruit duidelijk dat bij Müller het zelfde begrip als bij Merkel aanwezig is, al drukt hij het in zijne definitie niet zoo bepaald uit.

Wij vragen echter of zijne definitie streng doorgevoerd wel juist is, want ofschoon wij bij sommige toonen, zooals later uitvoeriger behandeld zal worden, alleen een of twee van bovengemelde gedeelten of streken van den stemband zien trillen, zoo leert de acustica ons toch, hoe het overige gedeelte aan dezo trillingen, hoewel niet altijd zichtbaar kan medewerken en door het ontstaan van knopen tot versterking van den toon bijdragen.

Wij zullen zooals boven de stemspleet bepalen als *de ruimte tusschen de stembanden in hun geheel*, terwijl wij het gedeelte tusschen de bekervormige kraakbeenderen als *rima interarytaenoidea*, en beiden te zamen met den naam *glottis* zullen bestempelen.

De vorm van de glottis in haar geheel wordt bepaald door den stand der bekervormige kraakbeende-

¹⁾ Handbuch der Physiologie des Menschen. Th. II. pag. 196.

ren en van de *Cartilago thyreoides*. Algemeen worden er vier verschillende vormen opgegeven en afgebeeld.

1. Wanneer de glottis geheel openstaat, zooals plaats heeft bij ons gewone rustige ademen. De stembands-uitsteeksels van de *Cartilagines arytaenoideae* zijn bij dezen vorm geheel van elkander geweken, terwijl de vorm zelve met een gelijkbeenigen driehoek overeenkomt, wiens top naar voren, wiens basis naar achteren is gekeerd.

2. De glottis is geheel gesloten, door onderlinge toenadering der *Cartilagines arytaenoideae*. Men moet zich deze sluiting echter niet zoo voorstellen alsof de binnenste randen van de bases der bekervormige kraakbeenderen aan elkander komen te liggen, zooals de hiervan gegevene afbeeldingen ons zouden doen gelooven; eene zoodanige toenadering is in geen geval mogelijk, zij heeft veeleer zoo plaats dat de voorste randen der kraakbeenderen elkander volkomen raken, het voorste gedeelte der binnenste vlakke is hierbij ook met dat der andere zijde in aanraking. De glottis is derhalve niet horizontaal van voren naar achteren gesloten, de sluiting van het achterste gedeelte, rima interarytaenoidea, heeft hooger plaats, en om zich hiervan te overtuigen behoeft men de glottis slechts van onderen te zien; desniettemin is de sluiting volkomen.

3. Bij de derde vorm is de stemspleet gesloten, de rima interarytaenoidea echter geopend; hij komt tot stand door de onderlinge aanraking der beide processus vocales en de binnenste wanden der stembanden. Hierbij ziet men de vroeger z. g. glottis respiratoria duidelijk op zich zelve, in een driehoekigen vorm.

4. De vierde vorm komt daardoor tot stand dat de bases der bekervormige kraakbeenderen naar elkander bewogen worden, en de stembanduitsteeksels uit elkander wijken, waarbij de glottis lancetvormig wordt.

Met de Laryngoscoop ziet men in vivo de eerste wanneer de bekervormige kraakbeenderen in rust zijn, bij het gewone ademen; de tweede bij hoogere en de hoogste toonen. De derde vorm waarbij de rima vocalis gesloten en de rima interarytaenoidea geopend is ziet men alleen bij de toonen bij inademing gevormd worden. De lancetvorm ziet men nimmer bij de toonvorming zelve tot stand komen, alleen dan wanneer men de hoogst mogelijke toonen gezongen heeft en de glottis weder opent ziet men voor een oogenblik, een vorm die hem het meest nabijkomt.

Behalve deze ziet men echter nog twee vormen ontstaan. Wanneer men met het doel om een lagen toon voort te brengen de bekervormige kraakbeenderen naar elkander beweegt, doch deze beweging niet onmiddellijk geheel tot stand brengt, dan ziet men de processus vocales naar elkander gerigt, naar binnen uitstekende en hierdoor ontstaat de eigenaardige vorm, die ons, al is de vergelijking wat vreemd, steeds herinnerde aan den vorm van eene schoenzool voor zooverre namelijk het achterste gedeelte breed is, waarop het veel smaller wordt, echter daarna zich weder verbreedt en naar voren puntig toeloopt. Laat men nu den toon tot stand komen dan raken de beide stembandsuitsteeksels elkander, waardoor de vorm meer met een 8 overeenkomt. Eindelijk kan het achterste gedeelte gesloten zijn, terwijl het voorste zich meer spleetvormig voordoet, dit is de vorm die de stempleet bij de middelste toonen aanneemt.

c. *De vlakke en helling van de stembanden*

blijft ons nog te beschouwen over. Harless heeft hierover zeer naauwkeurige proeven en metingen in het werk gesteld, welke wij kort zullen mededeelen. Door

het bovenste gedeelte van de middellijn der lamina cricoidea van een loodregt doorgesneden strottenhoofd werd een draad gestoken, waaraan het werd opgehangen. Hij bevestigde aan het onderste gedeelte derzelfde lijn evenzoo een draad en hieraan een gewigt, zoodat de achtervlakte der Cartilago cricoidea een perpendiculair stand had ten opzichte van eene horizontaal daaronder geplaatste glasplaat; hij kon nu door fijne naalden, welke door eene kogelgeleding in elke rigting konden gedraaid worden, naauwkeurig den afstand van het voorste en achterste gedeelte van den stemband tot aan de glasplaat bepalen. Het bleek hem dat de helling van de vlakte der stembanden bij verschillende personen zeer uiteenlopende is zooals uit de volgende opgaven blijkt: zij bedroeg bij

een meisje van 4 maanden	19° 28'
een knaap van 15 jaren	2° 39'
eene vrouw van 28 jaren	15°
een man van 30 jaren	21° 2'
een man van 40 jaren	31° 20'
een man van 45 jaren	21° 37'
eene vrouw van 50 jaren	13° 12'

Hieruit en uit alle overige metingen bleek de volgende wet te bestaan: de helling der stembanden is bij mannen aanmerkelijk grooter dan bij vrouwen. Wanneer men verder verschillende strottenhoofden met elkander vergelijkt: dat grootere helling en mindere lengte der stembanden hand aan hand gaan. Vervolgens dat bij een en hetzelfde strottenhoofd spanning der stembanden met vergrooting hunner helling gepaard gaat.

Echter kan ook bij de sterkst mogelijke daling van het schildvormige kraakbeen op het ringvormige, de helling der stembanden bijna dezelfde blijven. De daling van dit kraakbeen bedroeg in een geval 4 Mm. in eene rechte lijn, eene willekeurige nederdrukking van

den processus vocalis was evenzoo 4 Mm. groot. Wanneer hij nu de beweging van dit uitsteeksel aan zich zelve overliet, maar de Cartilago thyreoidea 4 Mm. deed dalen, zoo bleek het dat de processus vocalis van zelve om 3,7 Mm. gedaald was; het verschil bedroeg dus slechts 0,3 Mm.

d. *De inhoud van het strottenhoofd.*

Voor de volledigheid willen wij nog hierbij voegen de onderzoekingen door Harless in het werk gesteld om de kubieke inhoud van het strottenhoofd te bepalen; hij deed dit door de hoeveelheid water die den larynx bij loodrechte plaatsing vulde, te wegen, waardoor hij de volgende grootheden verkreeg:

OUDERDOM.	Geslacht.	Kubieke inhoud in kubiek Centimeters	
		bij meest mogelijke nadering van de bekervormige kraakbeenderen eenderling.	bij meest mogelijke verwijdering
4 Maanden.	mannelijk.	0,4	0,5
9 Jaren.	"	0,5	1
24 "	vrouwelijk.	2,8	3,4
50 "	"	3,8	4,3
20 "	mannelijk.	5	9
34 "	"	5	7
40 "	"	6	8
50 "	"	7,3	10,8
50 "	"	7,8	10,8

Hieruit blijkt dat de ruimte van het geheele strottenhoofd, zoowel bij vrouwen als bij mannen zich aanmerkelijk vergroot met de levensjaren; dat zij bij den man gemiddeld 2 maal meer bedraagt dan bij de vrouw, eindelijk dat zij in den eersten leventijd slechts weinig kleiner, derhalve betrekkelijk veel grooter is dan bij een kind van 9 jaren.

e. *De gedaante van het strottenhoofd.*

Naar de metingen van Harless om eene ideale figuur van het strottenhoofd, voor zooverre dit uit het schild- en ringvormige kraakbeen bestaat, te verkrijgen, komt deze overeen met een ter zijde eenigzins platgedrukten kegel. Uit deze figuur ¹⁾ blijkt dat aan het schildvormige kraakbeen de dwarsche doormetingen veel sneller afnemen dan de lengte-doormetingen (van boven naar beneden gerekend, aan den kegel echter van de basis naar den top), terwijl aan het ringvormige kraakbeen van de plaats van vernaauwing af naar beneden de verkleining van de lengte en dwarsche doormeting dezelfde blijft. Hieruit volgt dat de spanning der lucht onder de stembanden door de vernaauwing aan alle zijden aanzienlijk versterkt wordt, om vervolgens in eene meer lineaire rigting, overeenkomende met de ligging der stembanden te werken.

D. SPIEREN VAN HET STROTTEHOOFD.

Na aldus de afzonderlijke deelen, die het strottenhoofd vormen en die waardoor zij tot een bewegelijk geheel verbonden worden, naar ons vermogen te hebben nagegaan en beschreven, zullen wij overgaan tot de behandeling dier organen, welke deze bewegingen tot stand brengen, de spieren. Wij zullen hierbij wel in 't kort hunne bijzondere functie aangeven, doch daar deze bij hunne samenwerking en bij den verschillende stand van het strottenhoofd meer of minder gewijzigd wordt, eerst later tot eene meer nauwkeurige beschouwing hiervan overgaan; daarbij hebben wij onze aandacht niet slechts te vestigen op het doode strotten-

¹⁾ Harless, l. c. pag. 544.

hoofd, maar tevens op de bewegingen, die wij bij het levende individu waarnemen, waarbij het gebruik der laryngoscoop ons zeer te pas zal komen.

Zoowel bij vroegere als latere schrijvers vinden wij de spieren van het strottenhoofd verdeeld in algemeene en bijzondere. Algemeene zijn die, welke zich aan dit orgaan implanten, doch aan andere deelen hunnen oorsprong vinden; bijzondere die, welke aan het strottenhoofd beginnen en eindigen.

a. *Algemeene spieren van het strottenhoofd.*

Als zoodanig komen in aanmerking de Musculi sternothyreoidei, hyo-thyreoidei en laryngo-pharyngei.

1. *Musculus sterno-thyreoideus.*

De naam duidt reeds de punten van implanting aan. Hij wordt voor een goed deel bedekt door den sterno-hyoideus, welke men moet wegnemen om hem in zijn geheel te overzien; de oorsprong aan de binnenste vlakte van het handvat des borstbeens ligt onder dien van den laatsten. De spier gaat naar boven, waarbij zij echter naar achteren wijkt en daardoor aan het bovenste gedeelte der trachea niet voor, maar ter zijde van deze laatste ligt; daarbij bedekt zij de voorste en zijdelingsche vlakte van de glandula thyreoidea; in haar onderste gedeelte bevat zij eene inscriptio tendinea. Hare aanhechting aan het schildvormige kraakbeen is door Morgagni het eerst juist beschreven geworden; de afbeeldingen van schrijvers vóór hem wijzen op eene insertie aan het onderste gedeelte in eene rechte lijn. Zoo als de laatste schrijver echter duidelijk heeft aangegeven, hecht zij zich aan de schuinsche lijn, welke wij aan de plaat der Cartilago thyreoidea heb-

ben leeren kennen. Een geval is mij voorgekomen, waar deze spier zich slechts aan het onderste gedeelte der linea obliqua inplantte, terwijl het overige meer oppervlakkige gedeelte zich als bovenste laag van den hyo-thyreoides voordeed en zich naar het tongbeen begaf. Dit is slechts een sterker ontwikkeld voorbeeld van hetgeen gewoonlijk voorkomt, dat eenige van hare vezels in den hyo-thyreoides overgaan. Evenzoo verhoudt zij zich tot den thyreo-pharyngeus.

De werking der spier zal daarin bestaan, dat zij bij hare contractie het schildvormige kraakbeen en met dit de geheele larynx naar beneden trekt. Tegenover haar ligt de

2. Musculus hyo-thyreoides.

Deze ontspringt aan den ondersten rand van het buitenste gedeelte van het ligchaam des tongbeens, en van het voorste gedeelte van zijnen grooten hoorn. Hij bedekt het zijdelingsche gedeelte van de membrana hyo-thyreoides en zet zich vóór de plaats van inplanting der vorige spier aan dezelfde schuinsche lijn vast. Zijne voorste bundels hechten zich vóór deze lijn digt bij den ondersten rand van de lamina thyreoides vast. In de meeste gevallen gaan eenige vezels in den sternothyreoides over.

Door de zamentrekking dezer spier worden het tongbeen en het schildvormige kraakbeen nader tot elkander gebracht. Staat het tongbeen vast, dan zal zij het schildvormige kraakbeen naar boven en tevens naar achteren kunnen bewegen; de epiglottis wordt hierbij regt naar beneden bewogen.

3. *Musculus laryngo pharyngeus.*

Deze spier wordt zamengesteld uit den crico-pharyngeus en laryngo-pharyngeus; te zamen bekend onder den naam van constrictor pharyngis inferior.

De crico-pharyngeus ontspringt van de buitenste vlakke van het ringvormige kraakbeen tusschen den musculus crico-thyreoides en den crico-arytaenoides posterior; de vezels hebben eene dwarsche rigting en gaan naar achteren, waar zij zich in het midden van den achterwand van den pharynx met die der andere zijde vereenigen.

De thyreo-pharyngeus heeft een langeren ongeveer twee maal grooteren oorsprong aan de buitenvlakte der lamina thyreoides, en wel aan de bovenvermelde linea s. crista obliqua, tegenover de insertie van den hyo-thyreoides, tot aan den ondersten rand; het bovenste gedeelte komt van het tuberculum thyreoides tot aan den bovensten rand, juist vóór den grooten hoorn. De rigting der vezelen is schuins naar boven en achteren, de onderste loopten meer dwars; even als de vorige vereenigen zij zich van achteren met die der andere zijde. Zij kunnen den pharynx van onderen vernaauwen, doch ook het strottenhoofd naar boven en achteren bewegen en het schildvormige kraakbeen achterover kantelen. Het is hier de plaats om melding te maken van den musculus levator glandulae thyreoides.

Reeds door verscheidene oudere schrijvers is deze spier vermeld geworden (Haller ¹⁾), later meer bepaald bij Sömmering. Theile daarentegen ²⁾ ontkenet haar bestaan en zegt: Dieser Theil ist aber nichts anders, als eine Verlängerung der Schilddrüse, die sogenannte

¹⁾ l. c. pag. 400.

²⁾ In Sömmering's Anatomie, Band III, pag. 97.

Pyramide, die gewöhnlich von dem Isthmus derselben ausgeht, und in Form eines Stranges über den Schildknorpel in die Höhe steigt. Dieser Strang is nach oben röhlich und anscheinend gefasert. Unterm Mikroskop is aber keine Muskelfaser darin zu erkennen, sondern nur Drüsensubstanz.

Na hem wordt hij desniettegenstaande bij alle schrijvers vermeld; ik heb hem eenmaal aan het strottenhoofd van eene vrouw gevonden. Hij kwam aan de regterzijde voor, waar hij aan den onderrand van het ligchaam bijna in het midden zijnen oorsprong nam en voor den hyo-thyreoides naar beneden gaande, zich naar den isthmus glandulae thyreoidae begaf.

Als eene bijzonderheid aan ditzelfde strottenhoofd kan ik vermelden, dat de linker cornu superius ontbrak en dit gedeelte afgerond zich voordeed. In het weefsel, een weinig boven deze plaats, bevond zich een kraakbeenig ligchaampje, dat buigzaam was en zich bij microscopisch onderzoek niet van een corpusculum triticeum onderscheidde.

Later meende ik de spier nog eens te vinden aan een mannelijk strottenhoofd aan de linkerzijde; bij microscopisch onderzoek vond ik echter geheel in overeenstemming met Theile geen spoor van spiervezelen; groote bundels los bindweefsel en eene korrelige zelfstandigheid waren er slechts in te ontdekken; deze streng nam aan den isthmus haren oorsprong.

b. Bijzondere spieren van het strottenhoofd.

1. Musculus crico-thyreoides.

Deze spier behoort tot de gevederde spieren. Men kan aan haar eene oppervlakkige en diepe laag onderscheiden, zoodat Vesalius van haar twee spieren maakte,

eene uit- en inwendige, die elkander als de beenen eener X kruissen. Zij ontspringt aan den onderrand der cartilago cricoidea tot aan het boven bij de beschrijving van dit kraakbeen vermelde naar beneden gerigte uitsteeksel, verder van hare buitenste vlakke; deze vezels hebben eene schuins naar boven en achteren gaande rigting, en hechten zich aan den onderrand en 1—2 Mm. breed aan de buitenste vlakke van het schildvormige kraakbeen vast; de achterste bundels echter gaan naar den ondersten hoorn en hebben eene meer horizontale rigting dan de voorste. Volgens Theile ¹⁾ zijn deze twee gedeelten in vele gevallen van elkander afgezonderd; ook Harless geeft dit aan. In enkele gevallen heb ik dit bevestigd gevonden.

Dit is het oppervlakkige gedeelte der spier. Om het diepere te zien moet men den ondersten hoorn door doorsnijding van den kapselband, van het ringvormige kraakbeen losmaken en de plaat naar voren omslaan. Men ziet dan zijnen oorsprong beneden die van den crico-arytaenoides lateralis aan dat gedeelte der buitenste vlakke van het ringvormige kraakbeen, dat door het schildvormige bedekt wordt, de vezels gaan naar achteren om zich aan het binnenste gedeelte van den ondersten rand en een klein gedeelte van de binnenvlakke der Cartilago thyreoidea aan te hechten. Ook van deze diepe laag begeven de onderste bundels zich naar den ondersten hoorn.

Over de werking dezer spier is reeds bij oudere anatomen verschil van meening geweest, of namelijk het ringvormige kraakbeen naar het bekervormige of wel omgekeerd zoude bewogen worden, zoodat zij ook wel als thyreo-cricoides vermeld wordt. De beweging zal natuurlijk verschillen naar dat het eene of het andere

¹⁾ Sömmering's Anatomie, Band III. pag. 99.

punt gefixeerd is. De zamentrekking van het binnenste gedeelte zal meer de draaijende, die van het buitenste en diepere gedeelte meer de voorwaartsgaande beweging van het schildvormige kraakbeen tot stand brengen, welke zooals wij gezien hebben in dit gewricht plaats heeft.

2. *Musculus Crico-arytaenoides posticus.*

Niet ten onregte wordt deze de schoonste spier van het geheele strottenhoofd genoemd. Zij ontspringt van de achtervlakte der lamina cricoidea en wel ter zijde van de vroeger beschrevene gewelfde lijn, zoodat de regter en linker elkander in het midden niet raken. De vezels hebben eene verschillende rigting; de bovenste loopen meer dwars, de onderste meer overlans, de middelste meer schuins naar boven en buiten. Hiernaar zoude men de spier in drie gedeelten kunnen verdeelen, welke convergerend naar boven en buiten gaande zich aan het achterste gedeelte van den processus muscularis, s. articularis des bekervormigen kraakbeens vastzetten; de lijn van aanhechting is echter korter dan de uitgebreidheid waarin de vezels ontspringen, zoodat deze naar boven op elkander komen te liggen en de de spier dikker wordt. De nervus laryngeus inferior loopt tusschen haar buitenste gedeelte en de gewrichtsvlakte voor den ondersten hoorn van het schildvormige kraakbeen naar boven. Zij trekt het gewrichtsuitsteeksel van de Cartilago arytaenoides naar beneden, achteren en binnen, waardoor het stemband-uitsteeksel naar boven, buiten en achteren bewogen wordt; het gevolg hiervan is dat de glottis verwijd en de stembanden gespannen worden. Harless die de beschrevene verdeeling der spier in drie deelen bepaald aanneemt, breidt dit verder uit op hare functie en laat door het bovenste gedeelte het bekervormige kraakbeen meer om het ach-

terste einde van zijn binnensten rand gedraaid worden; het middelste gedeelte trekt het achterste einde van zijn buitenrand beneden- en achterwaarts, het onderste gedeelte beweegt het minder achter- dan wel benedenwaarts; al naar dat het eene of het andere gedeelte werkt, zal de glottis meer of minder verwijd worden. Daar echter bij het voortbrengen van toonen de spier niet werkzaam is, kan dit voor de stemvorming niet gewichtig gerekend worden. Elk dezer gedeelten wordt door een afzonderlijk takje van den nervus laryngeus inferior verzorgd.

Wij moeten hier melding maken van den

3. Musculus Cerato-Cricoideus.

eene nieuwe door Merkel ¹⁾ het eerst beschrevene spier, ofschoon zij wegens hare kleinheid den naam van spier nauwelijks verdient. Zij komt echter niet aan elk strottenhoofd voor en is volgens genoemden schrijver slechts aan eene zijde voor handen en daarom door hem onder de ongepaarde spieren geteld. Zij ontspringt naast den oorsprong van de buitenste vezelen der vorige spier, van het onderste gedeelte der lamina cricoidea, loopt met deze echter niet parallel, naar boven en buiten om zich aan de binnen-achterzijde van den kleinen hoorn des schildvormigen kraakbeens vast te hechten. De nervus laryngeus inferior gaat onder haar door naar boven; de geheele spier heeft eene lengte van 3—4", eene breedte van 1—1½ lijn; zij kan den ondersten hoorn vastzetten.

Na Merkel heb ik de spier nog vermeld gevonden door Dr. Wm. Turner ²⁾ en wij willen omdat zij tot de jongst bekende spieren behoort, het voornaamste van zijne beschrijving overnemen.

¹⁾ l. c. pag. 132.

²⁾ Edinburgh Medical Journal, No. 56. Februarij 1860. pag. 744.

Thirty-two specimens have been dissected by me, and amongst these the muscle existed in seven cases, being in the ratio of 21,8 per cent. In four of these it was on the right side only, in two on the left, and in one on both sides. I have had a drawing made of the larynx, which was from a male subject, in which this double muscle was found, an engraving of which is here subjoined. The Kerato-Cricoid muscle is not confined to the Larynx of one sex, as I have found it both in the male and female. The majority of cases in which it was present were certainly in the male.

With regard to its function, it must be evident that it is not essential to the production of the voice, seeing that it is absent in the majority of persons. We cannot, however, doubt that in those cases in which it exists, it determines certain modifications of sound; for an organ so delicately constructed as the human larynx, and sounds capable of such varying modulation as those of the human voice, depending for their production upon such minute alterations in the relative positions of the vocal cords, will necessarily be more or less affected by the constructions of muscular fibres which, from their attachments, are capable of changing the relative position of these cords to each other.

Ik heb bij de vele larynges die ik onderzocht deze spier tweemaal aangetroffen, eenmaal aan een vrouwelijk strottenhoofd aan beide zijden, de andere maal aan een mannelijk alleen aan de regterzijde. Daar Turner haar ook eenmaal aan beide zijden heeft waargenomen mag dus de bewering van Merkel om haar onder de ongepaarde spieren te tellen als onjuist verklaard worden. Ik vond haar in eene lengte van 6—7 Mm., eene breedte van $1\frac{1}{2}$ —2 Mm.; daar mij van beide personen niets omtrent de stem bekend is, is het moeilijk om hare aanwezigheid met

de stemvorming in verband te brengen. Men moet bij de ontleding wel opmerkzaam zijn om haar met den *musculus crico-pharyngeus*, die onmiddellijk onder haar ontspringt niet te verwarren.

Bij Vesalius ¹⁾ heb ik eene spier vermeld gevonden, die hoewel later niet meer beschreven, misschien de aandacht verdient bij de ontleding van het strottenhoofd en waaraan ik hier derhalve herinneren wil: *Praeterea, quum alterum dumtaxat adesse observari, non semel, idque praecipue in viris, duos graciles, sed carneos animadverti musculos: qui ex media longitudine spinac secundae cartilaginis enati, ac tandem deorsum oblique ducti, in inferiores primae cartilaginis processus insertionem moliebantur, atque hi manifesto primam quoque cartilaginem secundae propinquius accomodabant, rimulam laryngis hac functione arctantes.*

Men zoude deze spier denzelfden naam als de vorige geven kunnen; hare rigting is echter hieraan tegenovergesteld, daar zij van boven en binnen naar beneden en buiten gaat.

4. *Musculus arytaenoides transversus.*

Door Santorini is hij *ary-arytaenoides* genoemd; deze spier ontspringt van den buitensten rand en de achterste vlakte van het bekervormige kraakbeen tot aan het *Capitulum Santorinianum* en gaat naar de overeenkomstige plaats van hetzelfde kraakbeen der andere zijde; de diepere vezelen ontspringen ook van het vroeger beschrevene sterke gedeelte van den kapselband, *portio triangularis s. posterior*. Zij is dus eene ongepaarde spier; op haar liggen de zoogenaamde *arytaenoides obliqui*, welke twee dunne spierbundels zijn die schuins van

¹⁾ Lib. II. Cap. 21.

het onderste gedeelte van het eene kraakbeen naar het bovenste van het andere gaan; deze ontspringen in den regel echter op andere meer verwijderde plaatsen. De spier vult de plaats tusschen de beide beker-vormige kraakbeenderen aan, waar zij op het slymvlies ligt; ook aan hare achtervlakte wordt zij door het slijmvlies van den pharynx bekleed; tusschen beiden ligt van boven eene kliermassa.

De functie dezer spier is om de beide bekervormige kraakbeenderen tot elkander te brengen, zoodat beiden elkander ten minste aan het voorste gedeelte met hunne binnenvlakten raken.

5. *Musculus Crico-arytaenoideus lateralis.*

Om deze spier in haar geheel te zien moet men den ondersten hoorn van zijne verbinding met het ring-vormige kraakbeen losmaken; snijdt men nu de diepe bundels van den crico-thyreoideus door dan vindt men eerst een laagje bindweefsel waarin de nervus laryngeus inf. ligt en na dit te hebben weggenomen, ziet men de spier van het zijdelingsche gedeelte van den bovenrand des ringvormigen kraakbeens ontspringen; de voorste vezels zijn de langste, eenige bundels ontspringen van de zijdelingsche voortzetting van het ligamentum crico-thyreoideum anticum en worden door Merkel afzonderlijk als stratum ary-syndesmicum vermeld; tusschen dit gedeelte en de vezels die van het ring-vormige kraakbeen komen, gaat de nerv. laryngeus inf. door; de vezels gaan schuins naar achteren en boven en zetten zich aan de buitenvlakte van den processus posterior van het bekervormige kraakbeen vast, vóór de aanhechting van den crico-arytaenoideus posticus.

Zij draait dit achterste gedeelte naar voren, het gevolg hiervan is dat de processus vocalis naar binnen

en een weinig naar achteren gevoerd wordt; dat de stemband hierdoor verkort zoude worden zooals door sommige schrijvers en bepaaldelijk door Harless beweerd wordt, kunnen wij niet aannemen; veeleer gelooven wij dat hierdoor eene hoewel geringe spanning zal bewerkt worden, welke nog iets versterkt kan worden door de contractie der vezelen welke aan de zijdelingsche voortzetting van het ligamentum crico-thyreoidaeum zijn vastgehecht, daar eene trekking hieraan op den afstand van het schild- en ringvormige kraakbeen van invloed moet zijn.

6. *Musculus thyreo-arytaenoidaeus.*

Hieraan moet men twee lagen onderscheiden eene buitenste en binnenste. De eerste heeft de rigting van den crico-arytaenoidaeus lateralis en het daarboven gelegene gedeelte, ligt boven dezen en ontspringt van de binnenvlakte der plaat van het schildvormige kraakbeen; de vezels looplen schuins naar boven en achteren naar den buitenrand en de buitenvlakte van het bekervormige kraakbeen tot aan den top; de meest oppervlakkige vezelen gaan meestal verder om den arytaenoidaeus obliquus te helpen vormen, gaan ook gedeeltelijk in de membrana ary-epiglottica over.

Het binnenste gedeelte ligt in den stemband zelven en wordt daarom ook wel *Musculus Vocalis* genoemd. Even als de stemband stelt hij eene driezijdige pyramide daar, daar hij bij dwarsche doorsnede een driehoek vertoont, wiens basis naar buiten, wiens top naar binnen aan den binnenrand des stembands gelegen is; aangezien de oorsprong aan het schildvormige kraakbeen in grootere uitgebreidheid plaats heeft dan de aanhechting aan de *Cartilago arytaenoidaei*, zoo worden deze driehoeken naar voren toe steeds grooter,

naar achteren kleiner; de vezelen hechten zich aan de buitenste vlakke van het bekervormige kraakbeen vast van af den dwarschen kam tot aan den onder-rand en naar voren tot aan den processus vocalis waar de aanhechting eene zeer innige is; bij microscopisch onderzoek ziet men de vezelen zich onmiddelijk aan het netvormige kraakbeen leggen. Ook met het elastische weefsel des stembands zijn zij in innigen samenhang; men ziet de spiervezelen door elastische vezelen omgeven, welke zooals Harless zich uitdrukt hun perimysium vormen. Het laat zich hieruit begrijpen in welk een naauw verband deze spier tot den spanningstoestand van den stemband staat.

Terwijl dus de functie van het oppervlakkige gedeelte daarin bestaan zal om het bekervormige kraakbeen naar binnen te helpen draaijen en de membrana ary-epiglottica te spannen, zal de meer gewigtige Musculus Vocalis de spanning van den stemband ten doel hebben, waarbij deze te gelijk naar binnen naar dien der andere zijde gevoerd wordt.

7. Musculus reflector epiglottidis van Theile.

Behalve deze spieren komen er nog eenige kleinere bundels voor, welke niet altijd op dezelfde wijze verlopen; zij hechten zich aan de meermalen genoemde membrana ary-epiglottica vast. Door Santorini zijn ze als afzonderlijke spiertjes beschreven, Theile vermeldt hen gezamenlijk onder den naam van reflector epiglottidis. Merkel heeft ze weder een nieuwen naam gegeven. Als zoodanig zijn te vermelden, spiervezelen welke van het bekervormige kraakbeen naar genoemde membraan loopen en zich daarin verliezen, musculi ary-epiglottidei (Santorini), zij helpen de arytaenoiden obliqui vormen; vervolgens eenige vezelen die

boven de oppervlakkige laag van den thyreo-arytae-noideus van het schildvormige kraakbeen ontspringen en in de membrana ary-epiglottica overgaan, naar de epiglottis gerigt zijnde, zonder deze echter te bereiken, de thyreo-epiglottideus van Santorini. Deze maakt verder nog melding van eene spier, musculus thyreo-arytae-noideus superior, welke van het bovenste gedeelte der lamina thyreoidea digt bij de incisura ontspringt en zich naar het bovenste gedeelte van het bekervormige kraakbeen begeeft. Alle deze spierbundels zullen, daar zij in het ligamentum epiglottideo arytaenoideum uitloopen, op den stand van de epiglottis invloed kunnen uitoefenen, weshalve de door Theile gekozen naam van reflector epiglottidis niet ongepast is.

8. Musculus glosso-epiglotticus.

Wij moeten hier ook nog melding maken van den musculus-glosso-epiglotticus, die bij vele zoogdieren gevonden wordt en volgens oudere anatomen ook bij den mensch aanwezig is. In lateren tijd niet meer vermeld, wordt hij door Merkel weder in de herinnering teruggeroepen en afgebeeld. Ik heb bij zeer vele strottenhoofden onderzoek hiernaar gedaan. Wanneer men het ligamentum glosso-epiglotticum (slijmvliesplooi) wegneemt, dan vindt men hieronder een tweede band, die van de voorvlakte der epiglottis komende, naar de tong gaat en bij microscopisch onderzoek uit bind- en elastisch weefsel blijkt te bestaan; digter naar de tong toe echter vindt men er enkele spiervezelen in voorhanden. Wij meenen derhalve, daar wij van de epiglottis zelve nimmer spiervezelen zagen komen, doch de vezelen alleen eene voortzetting van de spiervezelen der tong bleken te zijn, er geen eigenlijke musculus glosso-epiglotticus aanwezig is; al naar dat men de

spiervezelen echter meer naar de epiglottis toe waarneemt of niet, zal hierover verschil van gevoelen bestaan, doch daar de epiglottis door genoemden band toch in onmiddellijken zamenhang met de tong is, zal de beweging van deze op de eerste van invloed zijn en het strotklepje daardoor kunnen worden opgeligt. In elk geval is er bij den mensch een rudiment van den bij vele dieren voorkomenden *musculus glosso-epiglotticus* aanwezig.

E. VATEN EN ZENUWEN VAN HET STROTTEHOOFD.

a. *Vaten.*

Door vier slagaderen wordt de larynx van bloed voorzien: door de beide *arteriae laryngeae superiores* en *inferiores*. De eerste komen uit de *arteria thyreoidea superior* aan elke zijde, de eerste tak van de *Carotis externa*; de *art. laryngea superior* gaat door de *membrana hyo-thyreoidea* naar binnen om zich in de spieren en het slijmvlies van het strottenhoofd te verdeelen. De *art. laryngea inferior* is een tak van de *thyreoidea inf.* en begeeft zich onder den *crico-pharyngeus* naar het strottenhoofd om meer de achterste spieren van bloed te voorzien. De aderen gaan in de *vena thyreoidea sup.* en *inf.* over, de eerste ontlast zich in de *vena facialis communis*, de laatste in de *vena anonyma* (Hyrtl.)

Is er in de *lamina thyreoidea* een gat aanwezig, (zie pag. 9) dan gaat in slechts weinige gevallen de *art. laryngea sup.* hierdoor naar binnen, begeleid van twee *venae*; ik zag dit slechts in drie gevallen, het gat was dan betrekkelijk groot; terwijl de arterie wanneer zij door de *membrana hyo-thyreoidea* gaat, de eerste zijtak van de *art. thyreoidea* is, kwam zij hier uit eene van hare vertakkingen. In de meeste gevallen echter traden alleen een of twee aderen door de opening, die dan veel kleiner was, naar buiten.

b. *Zenuwen.*

Ook van de zenuwen zijn er aan beide zijden twee voorhanden; de nervus laryngeus superior en inferior. De eerste komt van den plexus nodosus van den nervus vagus en verdeelt zich in een uit- en inwendigen tak; de ramus externus die de kleinste is, voorziet met zijn grootsten tak den musculus crico-thyreoideus, met andere takjes ook den crico- en thyreo-pharyngeus en den sterno- en hyo-thyreoideus; de dikkere ramus internus vergezelt de arteria laryngea superior en verzorgt de spieren en het slijmvlies in het inwendige van den larynx; in enkele gevallen anastomoseert een klein takje van hem met den ramus externus, dat door de opening aan het bovenste gedeelte van het schildvormige kraakbeen naar buiten gaat.

De loop van den nervus laryngeus inferior hebben wij reeds vroeger aan de buitenzijde van den musculus crico-arytaenoideus posticus leeren kennen; hij wordt laryngeus recurrens genoemd omdat hij van het borstgedeelte van den vagus ontsprongen, tusschen de luchtpijp en den slokdarm naar boven naar het strottenhoofd loopt; hij geeft aan beiden takjes af en verdeelt zich volgens Hyrtl aan den ondersten hoorn van het schildvormige kraakbeen in een uit- en inwendigen tak, waarvan de laatste zich in den crico-arytaenoideus lateralis en thyreo-arytaenoideus soms ook in den crico-thyreoideus verdeelt, de eerste zich naar den crico-arytaenoideus posticus en arytaenoideus obliquus begeeft, en met den ramus internus van den laryngeus sup. anastomoseert.

Over de wijze van werking dezer zenuwen is nog niet alles duidelijk; in het algemeen is de nervus laryngeus sup: de gevoels, de inferior de bewegingszenuw. Uit de proeven door Bernard in het werk gesteld is

het gebleken, dat de motorische vezelen van den vagus de spieren verzorgen, welke de verwijding van de stemspleet ten doel hebben, want na doorsnijding van den vagus aan beide zijden of van hunne rami laryngei, werd deze voortdurend vernaauwd en trad bij zeer jonge dieren zelfs geheele sluiting en dood door verstikking in. Doorsnijding van den nervus accessorius alleen had eene aanhoudende verwijding van de stemspleet ten gevolge, zoodat de stembanden elkander niet meer konden naderen en gespannen worden.

F. BESCHOUWING VAN DE FUNCTIE DER SPIEREN IN HUNNE ONDERLINGE BETREKKING.

Wij hebben nu de functie der spieren in hunne onderlinge betrekking na te gaan en zullen in de eerste plaats de op- en nedergaande beweging van het strottenhoofd beschouwen. Als de spieren door welke deze beweging tot stand komt, hebben wij leeren kennen den musculus sterno-thyreoideus aan de eene, den hyo-thyreoideus en laryngo-pharyngeus aan de andere zijde. Reeds onder de oudere schrijvers heeft over de wijze van werking dezer spieren verschil van meening bestaan en wel of deze den geheelen larynx dan wel alleen het schildvormige kraakbeen zouden bewegen, of zij de stemspleet zouden vernaauwen of verwijden. In de latere handboeken vinden wij hen beschreven als spieren die het strottenhoofd in zijn geheel naar beneden en naar boven trekken. Merkel treedt in eene bijzondere beschouwing omtrent hun mechanisme; wij willen deze hier vermelden en zien of wij ons daarmee in haar geheel vereenigen kunnen.

Wanneer het strottenhoofd door den musculus sterno-thyreoideus naar beneden getrokken wordt zooals bij de laagste toonen geschiedt, dan treden de oplichtende spieren, hoewel zij verlengd worden, toch in eene meer

of minder opponerende werkzaamheid, daar de beweging anders te snel zou plaats hebben; vooral komt deze werking aan den musculus hyo-thyreoides toe.

Deze spier is met den sterno-thyreoides zooals wij gezien hebben aan eene schuinsche lijn aan het schildvormige kraakbeen gehecht en wel zoo dat de korte vezelen van de eene tegenover de lange van de andere liggen, en omgekeerd.

Wanneer nu de sterno-thyreoides zich contraheert zoo zal de verkorting van zijne langere (achterste) vezels meer bedragen dan van de kortere (voorste), en daar dit met den hyo-thyreoides evenzoo het geval is, zal het strottenhoofd in zijn geheel naar beneden bewogen worden, maar tevens de schuinsche lijn, en met haar het schildvormige kraakbeen op het ringvormige achterover gekanteld worden; dit heeft eene verkorting en ontspanning van de stembanden ten gevolge en deze zal derhalve met de benedenwaartsche beweging zamen gaan. Dit is de werking der beide spieren bij de beweging naar beneden, zoo als Merkel ze beschrijft. Ik geloof echter dat meer dan een grond hier tegen is aan te voeren. Zoo als wij gezien hebben, ligt het achterste, tevens bovenste einde van deze schuinsche lijn aan het tuberculum thyreoideum dat wel 5---7 Mm. vóór het punt gelegen is, om hetwelk het schildvormige kraakbeen bewogen wordt; het voorste einde dezer lijn ligt ongeveer 15 Mm. vóór dit punt. Eene spier die zich aan deze lijn vasthecht en bij hare zamentrekking haar naar beneden tracht te bewegen zal haar dus eerder voorover dan achterover kantelen omdat het draaipunt niet in het midden dezer lijn maar achter haar geplaatst is; doch wij lieten hierbij den hyo-thyreoides buiten werking; werkt deze alleen, dan wordt de lijn en met haar het schildvormige kraakbeen naar boven en achteren bewogen en daar de lan-

gere vezels dezer spier aan het voorste einde van den hefboom gelegen zijn, zal dit ongetwijfeld plaats hebben. Wanneer nu beide spieren zich zooveel zij kunnen zamentrekken, dan zal misschien, daar de beweging van het schildvormige kraakbeen op het ringvormige eene vrije beweging is, het eerste eenigzins achterover gekanteld worden. Uit de benedenwaartsche beweging van den larynx volgt echter dat de werking van den sterno-thyreoideus de bovenhand heeft, de hyo-thyreoideus treedt slechts in opponerende werkzaamheid en wordt zelfs verlengd, zoo als Merkel zegt. Ook dan zoude het nog plaats kunnen hebben, wanneer eerst de hyo-thyreoideus zich zamentrok, daardoor het schildvormige kraakbeen achterovergekanteld en zoodoende het achterste gedeelte der schuinsche lijn, achter of regt boven het draaipunt geplaatst werd; volgde nu de contractie van den sterno-thyreoideus, dan zoude evenzoo behalve de beweging naar beneden de achteroverkanteling grooter gemaakt kunnen worden; dat echter ook hiervan geen sprake kan zijn blijkt daaruit, dat de hyo-thyreoideus slechts tegen de beweging naar beneden opponeert en dus eerst in werkzaamheid treedt, nadat de sterno-thyreoideus begonnen is zich zamen te trekken. Ten anderen wordt zooals men zich gemakkelijk overtuigen kan het tongbeen tevens naar beneden bewogen en wel sterker met zijn voorste dan met zijn achterste gedeelte, dus zal de zamentrekking van den hyo-thyreoideus niet veel meer doen kunnen dan de te snelle beweging naar beneden verhinderen. Doch behalve de hyo-thyreoideus zal de thyreo-pharyngeus evenzoo zich tegen de beweging naar beneden verzetten; deze beide spieren hechten zich aan dezelfde schuinsche lijn vast; de vezels van de eerste loopen schuins naar boven en voren, die van de laatste schuins naar boven en achteren;

beiden zullen dus het schildvormige kraakbeen op zich zelve naar boven en achteren kunnen bewegen; bij hunne opponderende werkzaamheid, bij eene beweging naar voren en beneden zullen zij echter niet meer kunnen doen dan de beweging verlangzamen en hoogstens de vooroverkanteling gelijk nul stellen, daar deze voor het bereiken van de lagere toonen hinderlijk zoude zijn. Overigens ligt het reeds voor de hand dat de regulering van de lengte en spanning der stembanden voor deze grootere spieren een te subtilen arbeid zoude zijn.

Bij de bovenwaartsche beweging van het strottenhoofd zegt Merkel, geven de nedertrekkende spieren hieraan toe en heeft in 't algemeen het omgekeerde mechanisme plaats als bij de beweging naar beneden; het tongbeen wordt door verkorting van den hyo-pharyngeus, stylo-pharyngeus, stylo-hyoidens en de Portio posterior digastrici naar boven bewogen; door de ongelijke uitzetting van de vezels des musc: sterno thyreoideus, nadert de schuinsche lijn meer eene loodregte, zoodat de hoek dien zij met het achterste gedeelte van den onderrand der Cartilago cricoidea maakt minder scherp wordt. De hoornen van het tongbeen komen door de beweging naar boven hooger te liggen dan het voorste gedeelte, daar dit meer naar voren bewogen wordt door den Musculus-genio-hyoideus en de Portio antica digastrici en ten anderen ligt het volle gewigt der tong ook op het ligchaam niet op de hoornen des tongbeens. Hoe hooger het tongbeen dus te liggen komt des te meer wordt dit hellende tegen den horizont. Wanneer nu de hyo-thyreoideus in werkzaamheid treedt, is eene matige verkorting dezer spier reeds voldoende om de meest convexe plaats van den bovensten rand der Cartilago thyreoidea met het tongbeen in aanraking te brengen en daar de afstand der beide

hoornen van het tongbeen van elkander grooter is dan die van den bovensten rand van het schildvormige kraakbeen van de eene naar de andere zijde, daar laatstgenoemd kraakbeen tevens iets kan zamengedrukt worden, zoo kan het zelfs gebeuren dat het tongbeen het schildvormige kraakbeen als een ring omvat. Doch de werking van den hyo-thyreoides is nog niet gedaan, want al is dit met zijne langere vezelen het geval, zoo is dit met de kortere anders, en hoe hooger de hoornen van het tongbeen geplaatst zijn, des te meer zullen deze achterste vezelen het achterste deel van het schildvormige kraakbeen kunnen opheffen en tevens eene draaijing doen ondergaan, waardoor de linea obliqua nog meer loodregt geplaatst wordt en de stembanden verlengd worden.

De Crico-thyreoides die hierbij werkeloos schijnt te zijn, laat Merkel als antagonist van den hyo-thyreoides fungeren, om de beweging van het schildvormige kraakbeen naar boven niet te snel te doen plaats hebben; want daar een bewegelijk ligchaam niet anders kan gefixeerd worden, dan wanneer het door drie naar verschillende rigtingen werkende krachten wordt aangegrepen, zoo zien wij dit bij het schildvormige kraakbeen door de werking van den hyo-thyreoides, sterno-thyreoides en crico-thyreoides verwezenlijkt.

Is deze beschouwing van het mechanisme der spieren eene juiste? Hoe naauwkeurig Merkel alle spieren hier in hunne werking onderling heeft nagegaan, heeft hij volgens ons bescheiden oordeel nog eene over het hoofd gezien; het is die van den thyreo-pharyngeus. Het valt gemakkelijk zich aan zijn eigen larynx te overtuigen hoe bij het zingen van hooge toonen, waar dit mechanisme tot stand komt, het tongbeen met het strottenhoofd stijgt niet alleen, maar tevens voorwaarts bewogen wordt, dit heeft ook Merkel

in achtgenomen; maar, vragen we, oefent dan de thyreo-pharyngeus, die alleen werkende het schildvormige kraakbeen naar boven en achteren bewegen zoude hierop geen invloed uit, zoude deze spier die zich aan dezelfde linea obliqua vasthecht tot wier veranderde rigting zoo vele spieren in werking treden, werkeloos blijven, voorzeker niet; wanneer de achterste vezelen van den hyo-thyreoidens de cartilago thyreoidea al voorwaarts zouden bewegen, zoo vinden zij in den thyreo-pharyngeus een krachtigen antagonist die door zijne rigting met veel geringere kracht reeds veel meer zal kunnen doen dan deze spier; want wij hebben gezien dat zijne onderste vezelen eene meer horizontale rigting hebben, terwijl de laatste spier wier achterste vezelen bijna in den regel in die van den sterno-thyreoidens overgaan in veel ongunstiger omstandigheden werken. Wij stellen ons het vastzetten van het schildvormige kraakbeen anders voor en gelooven dat zoowel bij den hoogen stand van den larynx als bij den vroeger beschouwden lagen stand, dit de taak der drie aan de linea obliqua zich vasthechtende spieren is; daarom zien wij bij de ontleding deze spieren zoo dikwijls in elkander overgaan, hunne vezelen met elkander wisselende; daarom zien wij hen allen aan eene schuinsche lijn ingeplant, omdat zij als 't ware één aangrijpingspunt moeten hebben. Bij de voor-boven-waartsche beweging van den larynx zal dus alleen de contractie van den thyreo-pharyngeus voldoende zijn om de vooroverkanteling van de Cart-thyreoides door den hyo-thyreoidens tegen te gaan. Hoe komt de verlenging der stembanden die voor de vorming dezer hoogere toonen toch vereischt wordt dan tot stand? De gewigtigste spier voor de toonvorming, den crico-thyreoidens hebben we nog niet beschouwd; zij heeft gewis eene hoogere taak dan alleen als antagonist

van den hyo-thyreoides te dienen, welk doel reeds door den sterno-thyreoides bereikt wordt. Door de drie genoemde spieren wordt als 't ware den groveren arbeid verrigt, om het schildvormige kraakbeen in zijnen stand te bevestigen, de meer subtile bewegingen worden door den crico-thyreoides volvoerd. De functie dezer spier is om in 't algemeen gezegd het schildvormige en ringvormige kraakbeen elkander te doen naderen. Hier, waar het schildvormige kraakbeen bevestigd is, zal het ringvormige wel het meer bewegelijke daarstellen, wat ook Merkel toegeeft; doch ook deze spier behoeft voor hare taak een antagonist, daar anders het houden van een bepaalden toon niet mogelijk zoude zijn, wij zien haar vertegenwoordigd in den Crico-pharyngeus dien Merkel bij deze beschouwingen geheel over het hoofd ziet. Wij zien derhalve dat, welken stand het strottenhoofd ook moge hebben, hetzij deze hooger, lager of gemiddeld is, de drie aan de linea obliqua zich aanhechtende spieren dezen stand verzekeren zullen, de voor den toon noodige lengte en spanning der stembanden wordt door onderlinge werking van den crico-thyreoides en crico-pharyngeus aangegeven. Hoe hierbij nog andere spieren in werking treden om den toon te wijzigen, zullen wij bij de beschouwing der toonen zelve naauwkeuriger nagaan.

Over het mechanisme der spieren bij de verschillende vormen der stemspleet, willen wij kort nog het een en ander aanstippen. Daar Harless hier eene bijzondere beschouwing aan toewijdt, willen wij eenige stellingen van hem vermelden. Eene verlenging der stembanden laat hij op drie verschillende wijzen tot stand komen en wel door trekking naar voren, naar achteren, of naar voren en achteren gelijktijdig. De eerste laat hij geschieden door den Crico-thyreoides, waarmede ieder volkomen zal instemmen; minder zal dit het geval

zijn waar hij de spanning naar achteren door de werking van den *Crico-arytaenoides posticus* en den *obliquus* onderstelt. Wel is het waar dat de eerste spier het bekervormige kraakbeen en met dit het achterste einde van den stemband naar achter, boven en buiten bewegen kan, en hierdoor volgens de metingen van Harless zelve, de verlenging in maximo 4, 5 Mm bedraagt, doch het is onmogelijk dat bij de noodzakelijke verwijding der stemspleet bij deze beweging toonen gevormd worden, hetgeen Harless toch op het oog schijnt te hebben, want hij zegt dat het voor het mechanisme der stembandtrillingen niet onverschillig is, op welke van deze drie wijzen de verlenging tot stand komt en dit blijkt verder ook nog daaruit dat hij de werking van den *arytaenoides obliquus* er bij voegt, waarschijnlijk om de beweging hierdoor meer regt naar achteren te doen plaats hebben. Gesteld dat deze twee spieren zich gelijktijdig zamentrekken en men het resultaat hiervan door het parallelogram van krachten berekent, ook dan nog is de stemspleet te zeer verwijd dan dat er, ten minste in vivo, een toon zou gevormd worden en hoogstens is hier de vorm mogelijk, zoo als boven als lancetvormig is vermeld geworden, en welke wij gedurende het leven alleen bij het nalaten van den toon hebben waargenomen. Merkel laat dezen vorm bei manchen gewaltsamen phonischen Vorgängen z. B. beim Angstschrei, in geringerem Grade jedoch auch bei manchen anderen Stimmvorgängen tot stand komen. Welke Stimmvorgängen dit zijn geeft hij niet op, doch dat er ook nog verschillende toonen bij zouden gevormd worden, geloof ik nog meer te moeten betwijfelen, daar deze vorm dan wel terstond in een anderen zoude overgaan.

De eerste vorm der stemspleet dien wij boven vermeld hebben waarbij de glottis geheel openstaat ontstaat volgens Harless door de werking van de crico-

arytaenoidi postici, hoofdzakelijk door hunne 2 bovenste bundels. Volgens Merkel staan deze spieren hierbij op halve spanning; deze vorm toont voorzeker den toestand van rust van alle spieren van het bekervormige kraakbeen aan, voor zooverre zij niet in werking zijn om tegen elkander het evenwigt te houden. De geheel geslotene glottis ontstaat volgens Harless door de werking van den arytaenoideus transversus en obliquus, en den crico-arytaenoideus lateralis.

Wat den vorm betreft dien wij boven als 8vormig opgaven, deze komt duidelijk alleen tot stand door de werking van den crico-arytaenoideus lateralis; door bijkomende werking van den arytaenoideus transversus en spanning der stembanden door den crico-thyreoideus wordt nu de glottis eindelijk tot op een minimum gesloten.

PHYSIOLOGISCH GEDEELTE.

DE STEMVORMING.

I. Beschouwing van het Strottenhoofd als stemorgaan.

In de vorige bladzijden hebben wij eene anatomische beschouwing van den larynx en zijne deelen trachten te geven, wij hebben hen ieder in het bijzonder en met betrekking tot elkander nagegaan, de bewegingen leeren kennen die zij onderling ondergaan, het doel dezer bewegingen gadeslagen en de organen waardoor zij tot stand gebragt worden ook in hunne onderlinge betrekking nader beschouwd. Wij hebben gezien dat het eindresultaat dezer bewegingen was om, in 't algemeen gezegd, op verschillende wijzen op de stembanden in te werken. Het doel van onzen verderen arbeid is, na te gaan welk deel deze organen aan de stemvorming nemen, welke wijzigingen hunne bewegingen hierop uitoefenen, in 't kort, wat er bij de stemvorming in den larynx plaats heeft.

De voornaamste meeningen die hierover bestaan hebben of nog bestaan willen wij eerst kortelijk mededeelen, daarna ons gevoelen bescheiden er bij voegen.

a. *De meening van Ferrein.*

De eerste die bepaald met eene theorie te voorschijn trad door proefnemingen bevestigd, was Ferrein ¹⁾. Volgens hem zijn de stembanden *snaren* die door de doorstroomende lucht in trilling worden gebragt en alzoo de stem vormen. Il y a des instrumens à corde, dus lezen wij bij hem, tels que le violon, le clavecin, il y en a d'autres à vent, comme la flûte, l'orgue, mais on n'en connaît point qui soient à corde et à vent tout à la fois: cet instrument, l'objet des vœux de deux grands hommes, (Mersenne et Kircher, *in margine*) je l'ai trouvé dans le corps humain. Hem komt de verdienste toe de eerste geweest te zijn die proeven op het uit het lijk genomen strottenhoofd heeft genomen en al is het later gebleken dat zijne resultaten er uit getrokken niet geheel juist zijn, zoo heeft hij toch den weg geopend waarop latere onderzoekers zijn voortgegaan.

Hij wendde eerst vruchteloze pogingen aan, om door het blazen van lucht in de trachea toonen te voorschijn te roepen, de larynx bleef stom; mais, dus gaat hij voort, je rapprochai les lèvres de la glotte, et je soufflai fortement dans la trachée artère: à ce coup l'organe parut s'animer, et fit entendre, je ne dis pas seulement un son, mais une voix éclatante, plus agréable pour moi que les concerts les plus touchans.

Na dit geconstateerd te hebben, bleek het hem uit zijne verdere proeven dat even als bij de snaren, de verschillende hoogte van den toon afhangt van de meerdere of mindere spanning der stembanden, dat bij verwijding van de glottis de toonen lager, bij vernauwing daarentegen hooger werden. Hij zag de stembanden

¹⁾ Ferrein, de la formation de la voix de l'homme. Zie Histoire de l'Academie Royale des Sciences. Paris. 1741.

hierbij in totale trillingen geraken, welke bij aanraking met den vinger of eenig instrument ophielden, en dat op hetzelfde oogenblik ook de toon zweeg. Drukte hij echter alleen de helft of het derde deel van den stemband zamen, dan verkreeg hij het octaaf of de quint van den grondtoon, terwijl, als hij hen in het midden comprimeerde terstond het octaaf ontstond. Dit alles was voor hem voldoende om, daar men bij de trillingen van snaren hetzelfde observeert, de stembanden tot snaren terug te brengen, alleen op eene andere wijze dan gewoonlijk in trilling gebragt.

Hij vond een krachtig medehelper en verdediger van zijne stelling in Montagnat, die zijne proeven met hetzelfde gevolg herhaalde en verder uitbreidde. Aan tegenstanders ontbrak het echter evenmin: de voornaamste onder dezen was Bertin. Vooreerst ontkenden zij aan de stembanden de mogelijkheid van toonen te kunnen geven, omdat deze de eigenschappen der snaren missen, ten anderen lieten zij de toonen door de tusschen de stembanden doorstrijkende lucht tot stand komen, zooals dit bij het fluiten met de lippen geschiedt. Wel werden zij door Montagnat weder krachtig bestreden in twee brochures door hem uitgegeven ¹⁾, de tegenwerpingen tegen Ferrein's theorie schenen echter te gewigtig om geheel verwaarloosd te moeten worden en in het begin dezer eeuw trad K. F. S. Liscovius op met een werkje getiteld: *Theorie der Stimme*, Leipzig 1814, waarin wij de vroegere tegenbedenkingen

¹⁾ Réponse à la critique que fait M. Burlon du sentiment de M. Ferrein sur la formation de la voix humaine. Par M. Montagnat. Paris. 1746. En: Eclaircissement en forme de lettre à M. Bertin sur la découverte que M. Ferrein a faite du mécanisme de la voix de l'homme. Paris. 1746.

breeder ontwikkeld vinden en waarvan wij dus eene korte mededeeling willen doen.

b. *De meening van Liscovius.*

Zijne gronden tegen Ferrein's theorie zijn de volgende:

1. Zijn de twee algemeen bekende, doch toen nog niet verklaarde stemregisters, de borst- en falsetatem, volgens deze wijze van verklaring ondenkbaar.

2. De stembanden worden bij lage toonen gespannen. Deze vreemd klinkende stelling verklaart L. aldus, dat de banden bij de lagere toonen tot verwijding der stemspleet uit elkander wijken, hetwelk gepaard gaat met uitzetting en derhalve spanning dier banden zelve, terwijl bij hooge toonen juist het omgekeerde plaats heeft. Dit is juist tegengesteld aan hetgeen wij bij snaren waarnemen.

3. Alleen drooge snaren kunnen toonen geven, natte zijn hiertoe niet in staat, en daar de stembanden altijd bevochtigd zijn, kan er van hun toongeven geen sprake zijn.

4. Alleen harde dierlijke deelen zijn tot voortbrenging van toonen geschikt.

5. Al waren de stembanden geschikt om toonen voort te brengen, door de vliezen die hen omgeven zoude de toon terstond gedempt worden en verloren gaan, zooals dit ook bij de snaren plaats heeft.

6. De grootte der stembanden staat niet in evenredigheid tot de kracht onzer stem.

7. Geene snaar kan alleen door de lucht in zoodanige trilling gebragt worden, dat zij zulke krachtige toonen zou voortbrengen.

8. Staat de lengte der stembanden in geene evenredigheid tot den omvang onzer stem.

9. De vorm der stembanden bij de trilling is niet in overeenstemming met de spanning, die zij als snaren zouden moeten ondergaan.

10. Het aantal en de grootte der spieren is niet toereikende om dien graad van spanning te voorschijn te brengen.

Zijne theorie omtrent de stemvorming komt op het volgende neder:

De toonen ontstaan in het strottenhoofd niet door de trilling der onderste stembanden, maar door den snellen doorgang der lucht door de opening welke zij tusschen zich laten. De meerdere of mindere spanning is hierop van geen directen invloed, alleen indirect omdat deze zamen gaat met meerdere of mindere wijdte der opening; hoe grooter deze is des te lager, hoe kleiner des te hooger is de toon; ook staat de hoogte van den toon in regte reden tot de kracht waarmede de lucht wordt doorgevoerd.

Liscovius brengt het menschelijke strottenhoofd derhalve tot de fluitinstrumenten terug.

c. De tegenwoordige meening.

Volgens eene derde, tegenwoordig algemeen aangenomene meening worden de stembanden beschouwd als tongen en het strottenhoofd derhalve onder de zoogenaamde instrumenten met tongen en wel dubbele tongen gerangschikt.

Tongen in het algemeen, zijn die vaste elastische deelen, welke geschikt zijn trillingen te ondergaan, waarvoor een toon wordt voortgebracht, en die door een' luchtstroom in deze trillingen gebracht worden.

Men onderscheidt echter weder vaste en membraneusc tongen; de eerste zijn die, welke door de stof waaruit zij bestaan reeds de noodige elasticiteit bezitten om te

trillen, de andere die, welke eerst door een zekeren graad van spanning hiertoe geschikt worden.

Elke tong brengt op de wijze eener snaar aangestroken of aangeslagen een' toon voort, welke echter zwak en arm aan klank is; doch door een luchtstroom in trilling gebragt, vermogen zij zeer sterke, heldere toonen vol klank voort te brengen. Het eenvoudigste voorbeeld van zulk een tongen instrument is de mondharmonica, welke bestaat uit een stalen plaatje, waarvan de lengte eenige malen de breedte overtreft, dat aan zijn eene einde bevestigd, aan het andere echter vrij is en dat, gevat in de opening van een raampje, wiens rand iets van den zijnen afstaat, hierin vrij trillen kan. De vorm en de wijze waarop het is bevestigd en zich kan bewegen gaf oorsprong aan den naam: *tongetje*. De mondstukken van vele blaasinstrumenten en de orgelpijpen berusten op hetzelfde beginsel.

Tegenover deze tongen staan de membraneuse, gevormd uit kaoutschouk plaatjes of dierlijke vliezen, welke men over eene buis spant en door aanblazen in trilling brengt; al naar dat een of twee dezer tongen aangebragt zijn, is het een instrument met enkele of dubbele tongen, en tot deze laatste behoort derhalve ook het menschelijke strottenhoofd.

Het ligt echter geenszins in ons doel in de acustiek der tongwerken nader door te dringen, een arbeid die ons veel te ver zoude voeren en daar dit slechts eene bloote mededeeling zoude zijn, willen wij liever naar de oorspronkelijke werken verwijzen. Alleen achten wij het vermeldde noodzakelijk als inleiding tot het punt dat wij meer bijzonder willen behandelen, namelijk: de registers van het menschelijke stemorgaan.

II. De registers van het menschelijke stemorgaan.

Ook hier hebben wij ons minder ten taak gesteld eene volledige geschiedenis weder te geven, dan wel de voornaamste meeningen mede te deelen. Liscovius is de eerste geweest die het verschil tusschen de algemeen bekende borst- en falsetstem heeft trachten te verklaren. Om eene juiste definitie van deze beide registers te geven is moeilijk; ieder die eenigzins met den zang bekend is, kent hun verschil en weet dat de borsttoon in 't algemeen gezegd, de lagere, de falsettoon daarentegen de hoogere zijn, terwijl de middelste toonen met beide registers kunnen gezongen worden. Bij het zingen van volle borsttoon voelt men de trillingen tot zelfs in de borst doordringen, den aan het strottenhoofd gelegden vinger worden zij duidelijk medegedeeld, terwijl dit bij de falsettoon niet het geval is, welke zich door fijnheid van klank tevens onderscheiden.

a. De verklaring van Liscovius.

Volgens Liscovius bestaat het geheele verschil tusschen borst- en falsetstem daarin, dat bij de eerste de stembanden verslapt, bij de laatste gespannen zijn, zoo dat bij de borsttoon de verschillende hoogte en laagte van den toon enkel en alleen door wederzijdache toenadering of verwijdering der stembanden verkregen wordt, terwijl bij de falsettoon dit niet alleen hierop maar tevens ook op meerdere of mindere spanning der stembanden berust. Verder worden de laagste borsttoon door de geheele stemspleet voortgebracht; hoe hooger echter de toon wordt, des te meer naderen de achterste einden der stembanden elkander, totdat zij ein-

delijk geheel met elkander in aanraking komen zoo, dat de hoogste borsttoon slechts door het voorste gedeelte der stempleet gevormd worden, terwijl het achterste geheel gesloten is.

Doch de stemspleet laat zich nog meer verkleinen wanneer de stembanden niet slechts elkander naderen, maar tevens ook gespannen worden. Hierdoor wordt haar voorste gedeelte langer en smaller en hierbij ontstaan nog hoogere toonen, die zich buitendien door meerdere fijnheid van klank onderscheiden. Dit zijn de zoogenaamde falsettoon. Zij zijn om zoo hooger, hoe meer de banden te gelijker tijd elkander naderen en gespannen worden. Er zijn nog zekere middentoonen, die zoowel met de borst- als falsetstem kunnen voortgebracht worden, omdat die wijde der stemspleet welke voor deze toonen gevorderd wordt, op beiderlei wijze kan tot stand komen.

Wij hebben hier voor de volledigheid en omdat hij de eerste geweest is, die hierover bepaald eene meening uitgesproken heeft, de theorie van Liscovius in haar geheel nagegaan en laten nu volgen wat Joh. Müller, aan wiens gevoelen de meesten zich hebben aangesloten, over dit gewigtig punt aangeeft.

b. *De verklaring van Müller.*

Volgens hem kan men op het uit het lijk genomen strottenhoofd bij zeer zwakke spanning der stembanden, twee geheel verschillende registers van toonen voortbrengen: toonen in 't algemeen lager, welke met de borststem volkomene overeenkomst hebben, andere in 't algemeen hooger en de hoogsten, die in klank geheel op de falsetstem gelijken. Deze verschillende toonen kunnen bij dezelfde spanning voortgebracht worden, soms spreekt de toon der borststem, soms bij dezelfde spanning die der falsetstem aan. Bij eenige

spanning der stembanden zijn volgens Müller, de toonen steeds van den klank der falsetstem, hetzij men zwak of sterk blaast; bij groote ontspanning echter verkrijgt men steeds borsttoonen, onafhankelijk van de kracht van het blazen, doch bij zeer zwakke spanning hangt het van de wijze van het blazen af, of de eene of andere toon volgt, de falsettoon volgt gemakkelijker bij zwak blazen. Beide toonen kunnen tamelijk ver van elkander liggen, zelfs een geheele octaaf.

Zoo als hij opmerkt moet echter bij dit alles het achterste gedeelte der stemspleet (*rima interarytaenoidea*) gesloten zijn. Wel kan men volgens hem bij geheel opene glottis toonen voortbrengen, wanneer de opening slechts naauw genoeg is, doch zij zijn moeilijk te verkrijgen en zwakker.

Wij zien hier eenige overeenkomst met de proeven van Liscovius voor zoo verre de stembanden bij de falsettoonen gespannen, bij de borsttoonen minder gespannen zijn; intusschen laat zich, volgens Müller, bij een zekeren graad van ontspanning, bij verschillend blazen zoowel een borst- als een falsettoon voortbrengen. Verder hangt bij de borststem, de verschillende hoogte van den toon niet van de wijidte der stemspleet af, maar van den meerderen of minderen graad van spanning.

Maar zegt hij: Der wesentliche Unterschied beider Register besteht darin, dass bei den Falsettönen bloss die feinen Ränder der Stimmbänder, bei den Brusttönen die ganzen Stimmbänder lebhaft und mit grossen Excursionen schwingen. Dit is het eerst door Lehfeldt, zooals Joh. Müller zegt, waargenomen.

Müller verkreeg door het schildvormige kraakbeen naar de bekervormige te bewegen, waardoor de stembanden ontspannen worden, de laagste borsttoonen, bastoonen; door de beweging van dit kraakbeen naar voren werd de toon steeds hooger, waardoor hij ten

minste een octaaf verkreeg. Bij verdere spanning der stembanden was het moeilijk hooger borsttoon te verkrijgen, daar dan eerder de falsetstem aansprak; doch dit gelukte hem evenwel op twee wijzen, vooreerst door sterker te blazen, waardoor de successive verhooging tot eene quint niet moeilijk is; ten tweede door vernaauwing der ruimte, die het eerste onder de stembanden ligt, hij bedoelt hier dat gedeelte, dat naar buiten aan den musculus thyreo-arytaenoides grenst; bij zijne proefnemingen deed hij dit door het heft van een scalspel aan elke zijde op deze plaats te zetten en beiden convergerend naar binnen te drukken, waardoor de stemspleet van boven naar beneden grooter wordt. Gedurende het leven geschiedt dit door de werking van den musculus thyreo-arytaenoides. Verder kan deze spier, omdat zij met den elastischen stemband innig vergroeid is, op de spanning van den laatsten een grooten invloed uitoefenen, zoodat ook in dit opzigt hare werking van groot gewigt is.

De verschillende hoogte der falsettoon hangt van de meerdere of mindere spanning der stembanden af.

De methode, welke Müller bij deze proefnemingen volgde, komt in 't kort hierop neder: Het strottenhoofd met een gedeelte der luchtpijp werd met de lamina cricoidea op een plankje gelegd en de laatste hieraan vastgebonden; hij stak eene naald dwars door het onderste gedeelte der bekervormige kraakbeenderen, deze kan men nu eene willekeurige plaatsing geven, tot elkander genaderd, of meer of minder verwijderd en door een draad aan het plankje bevestigen. Door de beweging van de Cartilago thyreoidea kan nu aan de stembanden een verschillenden graad van spanning gegeven worden. Müller deed dit door gewigten aan een draad bevestigd, die hij over eene katrol leidde, waardoor hij de spanning konde meten.

c. *De verklaring van Harless.*

Harless ¹⁾ ging op eene andere wijze te werk; hij bevestigde het schildvormige kraakbeen door twee paren naar boven en twee naar beneden gerigte zijden draden, aan haken vastgemaakt; hij bewoog het schildvormige kraakbeen door een haakje dat aan den arm van eene weegschaal verbonden was, zoodat hij door het opleggen van gewigten op de schaal de spanning vermeerderen of verminderen konde; door de bekervormige kraakbeenderen stak hij een priempje door eene schroef aan een stangetje bevestigd; hiermede kon hij aan deze kraakbeenderen eene verschillende beweging doen ondergaan. Het aanblazen deed hij door middel van een blaasbalg, waarmede hij om de uitdrooging te voorkomen, met waterdamp verzadigde lucht door den larynx blies.

De resultaten door Harless verkregen verschillen niet van die van Joh. Müller, alleen is volgens hem de sterkere spanning der stembanden voor de hoogste falsettoonen niet een bepaald vereischte; deze kunnen zelfs bij de grootste ontspanning der stembanden voortgebracht worden, wanneer slechts de eene stemband iets boven de vlakke van den anderen wordt opgeheven en de laatste een weinig meer wordt gespannen, waarbij de hooger gelegene stemband den toon voortbrengt. Wij kunnen dit mechanisme, dat Harless ook gedurende het leven tot stand wil laten komen, niet aannemen, omdat wij het, zoo als later zal blijken, nimmer gezien hebben; of het ook in de puberteits periode bij knapen plaats heeft, waar bij het spreken de borststem op eens in de falsetstem overgaat, durven wij echter niet te beslissen.

Harless neemt verder nog een contrabas en een

¹⁾ l. c. pag. 649.

hoofdregister aan. De contrabas, die de laagste toonen omvat, bragt hij op het strottenhoofd tot stand, wanneer de hefboomen aan de bekervormige kraakbeenderen bevestigd, naar boven en voren bewogen werden, waardoor de kapselband van achteren gespannen, en de vlakke van den stemband het meest naar voren hellende werd. De processus vocales divergeren en de stemspleet kan tot 1,5 Mm. wijd zijn. De toonen traden het gemakkelijkste op, wanneer de eene stemband zooveel mogelijk ontspannen was en onder de vlakke van den anderen zich bevond. Ook dit mechanisme hebben wij gedurende het leven nimmer waargenomen.

De hoofdstem vormt volgens Harless den overgang van de falset tot de borststem; met dit register kunnen alle toonen gezongen worden, doch zijn eigenaardig karakter komt het meeste uit bij die toonen, die tot de borststem behooren; het heeft iets weeks, gedempts. Het berust op eene zekere verhouding van den spanningsgraad der stembanden en de kracht der doorstroomende lucht; terwijl aan de borsttoonen mindere spanning der stembanden en meerdere lucht eigen zijn, behoeven de toonen van het hoofdregister eene sterkere spanning en minder lucht, vandaar dat de borsttoonen door het *piano* heen in de hoofdtoonen, en deze door het *forte* heen in de borsttoonen, of bij de sterkste spanning in de falsettoonen overgaan. Deze wijzigingen komen voorzeker bij de stemvorming voor, wij gelooven echter niet dat zij een afzonderlijk register uitmaken, want daar vermeerderde spanning der lucht den toon zou doen verhoogen (Müller), zoo moeten de stembanden hierbij iets ontspannen worden, om den toon dezelfde hoogte te doen bereiken, terwijl omgekeerd bij verminderde luchtdrukking, eene meerdere spanning voor denzelfden toon zal noodig zijn.

d. *De verklaring van Merkel.*

Een gewigtigen en zeer uitgebreiden arbeid over dit punt blijft ons nog te behandelen over, het is die van Merkel; wij zullen trachten zoo beknopt mogelijk van zijne gevoelens en experimenten een overzicht te geven. Zijne onderzoekingen op het uitgesneden strottenhoofd hebben hem geleid tot de aannahme van vijf in plaats van genoemde twee registers. Wij zullen hier eerst kort aanstippen hoe hij in tegenoverstelling van de beide vorige onderzoekers hierbij te werk ging. Volgens hem hebben de anderen den larynx te veel verminkt, te veel met kunstmatige toestellen gewerkt en daardoor het stemorgaan in een onnatuurlijken, onphysiologischen toestand gebragt, dan dat men zekere gevolgtrekkingen uit hunne onderzoekingen zou kunnen afleiden; zijne methode komt hierop neder:

Nadat hij de mucosa aan de achtervlakte van het strottenhoofd tot aan de musculi arytaenoides transversae weggenomen en de beide bekervormige kraakbeenderen tegen elkander geschoven had, zoodat de rima interarytaenoides gesloten was, stak hij eene naald aan de plaats van insertie der bovenste vezelen van den musculus crico-arytaen. post. loodregt in het door deze verschuiving vrij gemaakte deel der gewrichtsvlakke van de lamina cricoidea; het bekervormige kraakbeen kan nu niet weder terug wijken en na dit aan beide zijden gedaan te hebben zijn zij bevestigd zonder in het minste verminkt te zijn. In plaats van een kunstmatig blaasbalg gebruikte hij eene korte buis, b. v. het roer eener pijp, zoodat hij zelve blazen kon om naauwkeurig alle bijomstandigheden te kennen, en zooveel mogelijk het natuurlijke nabij te blijven. Tevens kon hij al hetgeen er in het strottenhoofd plaats had gadeslaan.

De registers die hij bij deze onderzoeken heeft vastgesteld zijn:

1. Het doorslag- of grondregister, zonder zijdelingsche drukking.¹⁾

Dit spreekt het eerste aan wanneer wij het uitgesnedene strottenhoofd aanblazen, het zij door middel van een blaasbalg, hetzij door het roer eener pijp waarop het bevestigd is. Eene vereischte tot het ontstaan van dit register is, sluiting der rima interarytaenoidea; de stembanden liggen dan bij het begin der trillingen die zij in hunne geheele breedte ondergaan, tegen elkander en de stemspleet is derhalve gesloten. Hierbij worden de bovenvlakten der stembanden een weinig convex naar boven, de epiglottis naar beneden en de bovenste stembanden naar binnen bewogen. Hij nam nu waar dat het middelste gedeelte van de binnenvlakte van den stemband (zie pag. 31) door de drukking der lucht iets uit zijn niveau te voorschijn gedreven wordt en tegen hetzelfde gedeelte van den anderen stemband aanslaat; gelijktijdig wordt het bovenste of randgedeelte iets teruggedrongen. Dit is het eerste moment, in het tweede gaat het middelste gedeelte zijwaarts terug, terwijl nu het bovenste gedeelte zich iets naar dat der andere zijde beweegt zonder het echter te raken. Wanneer hij namelijk gedurende deze trillingen een smal dun voorwerp tusschen de beide randgedeelten hield, bleven de trillingen ongestoord en de toon onveranderd; dit was echter niet het geval wanneer hij dit ligchaam dieper, ook tusschen de beide middelste gedeelten bragt.

¹⁾ Hij vermijdt de uitdrukkingen borst- en hoofdregister, omdat zij aan een dood orgaan dat borst noch hoofd heeft onbestaanbaar zijn.

Hieruit trok hij het besluit dat het middelste gedeelte tegen dat der andere zijde aansloeg, waardoor de stemspleet gesloten, daarna weder geopend en door deze trillingen de toon gevormd werd, terwijl het bovenste gedeelte hiertoe niets bij zoude dragen. Later is hij van deze beschouwing terug gekomen en vond het waarschijnlijker aan te nemen dat men slechts een en hetzelfde gedeelte in beweging ziet. Bij hogere toonen waarbij het elastische weefsel in de lengte gespannen is, trillen de wanden der stemspleet niet in zulk eene uitgebreidheid en de opening wordt smaller.

De omvang en ligging van dit register verschilt bij verschillende strottenhoofden; het hoogstliggende, mannelijke ging van $c - g^1$; bij een bassist was de midden toon F. Bij vrouwen ligt het register gemiddeld een octaaf hoger; het laagste ging van $e - a^1$, het hoogste van $g - fis^1$. De verschillende hoogte der toonen wordt verkregen door meerdere of mindere spanning der stembanden. Dit register staat geheel tegenover het vijfde, het kan namelijk zonder een veranderd mechanisme niet hierin overgaan. Het staat slechts relatief tegenover het tweede en vierde register, dat is: het kan zonder tusschen komende middelen hierin overgebracht worden. Met het derde register staan de laagste toonen van het eerste in nog naauwer verband, want deze vereischen om nog meer verlaagd te worden, de tusschenkomst van het mechanisme van het derde register. Dit kan eerst dan duidelijk worden wanneer wij deze registers beschouwd hebben.

2. Het tegenslagregister of dat met zijdelingsche drukking.

Dit register ontstaat dan wanneer het strottenhoofd geheel in zijn neutralen toestand gelaten wordt wat

de beweging zijner afzonderlijke deelen betreft; alleen worden de stembanden door eene drukking van boven of ter zijde, tegen elkander bewogen. Dit geschiedt door het heft van een scapel op de bovenste stembanden te houden of in de ventrikels te brengen, zoodat hunne bewegingen naar boven verhinderd en beiden naar elkander toe gevoerd worden. Het gevolg hiervan is dat de stembanden naar de tegen hen aandrukkende luchtkolom gebragt en verhinderd worden voor deze uit te wijken, waardoor hunne spanning vermeerderd wordt, de toon wordt hierdoor natuurlijk verhoogd. Doch er heeft nog meer plaats; door de drukking van ter zijde worden de stembanden in hun geheel naar binnen en derhalve naar elkander gevoerd, waardoor de stemspleet door twee wanden, niet meer door twee randen gevormd wordt. Al naar de verschillende wijze, plaats, intensiteit enz. waarop en waarmede de drukking geschiedt, komt nu eens het bovenste dan weder het middelste gedeelte meer in aanmerking.

Wat de trillingen betreft die bij dit register den toon doen ontstaan, *Merkel* weet niet hoe deze plaats hebben, verder, zegt hij, zijn ze niet in alle gevallen dezelfde. De stemspleet schijnt gedurende de trilling gesloten, de stemband trilt duidelijk in zijn geheel mede, zoover hij kan. Omdat de trillingen van het randgedeelte vooral duidelijk zijn, noemt hij het ook wel overslagregister. In het algemeen brengt hij tot dit register al die toonen welke bij geslotene rima interarijtaenoides, door eene drukking van boven of ter zijde op de stembanden verhoogd worden, al of niet met vermeerderde of verminderde spanning in de lengte. Hierdoor onderscheiden deze toonen zich van het derde register, want daar heeft een overeenkomstig mechanisme eene verlaging van den toon ten gevolge. Het naaste verwant is het met het grondregister, want volgens *Merkel* moeten om dit laatste voort te

brengen somtijds ook de stembanden naar elkander bewogen worden, door eene drukking van de ventrikels uit; de grenzen tusschen beiden zijn niet aan te geven.

3. Het Opslagregister (stroobasregister) bij traagheid der elastische deelen.

Tot dit register brengt Merkel die toonen welke lager dan die van het grondregister gelegen, gevormd worden door zijdelings op de stembanden inwerkende krachten, bij ontspanning dezer banden; dit laatste levert dus het verschil met het tweede register op. De laagste toonen van dit register ontstaan wanneer de processus vocales der bekervormige kraakbeenderen sterk tegen elkander gedrukt, de wanden der stembanden in hunne geheele uitgestrektheid tegen elkander gelegd zijn en nu een luchtstroom doorgevoerd wordt, die echter van geringe spanning moet zijn.

In andere gevallen verkreeg hij hen, door zoover mogelijk van de randen af een scalpelheft op de stembanden, die eerst zooveel mogelijk verkort moesten wezen, te plaatsen, hen zamen te drukken en daardoor te dempen. Het wezenlijke van dit register schijnt te zijn dat de stembanden hun elasticiteitsmodulus niet meer kunnen doen gelden en zich als niet elastische lichamen verhouden, ongeveer zooals de lippen der mond of de anus bij geringe voorraad van lucht of darmgas. De stembanden verhouden zich hier als twee doode, van hunne physische kracht beroofde massa's, die even als twee ventilen door de lucht passief uit elkander gedreven worden, en daarna weder zamenvallen; den toon vergelijkt Merkel hier met een in afzonderlijke droppels verdeelden waterstraal, want de lucht treedt slechts met enkele blazen door de wanden der stemspleet die zich gedurig tracht te sluiten.

Bij de hoogere toonen van dit register is de stemspleet geopend en de stembanden trillen in hunne geheele lengte; bij de laagste echter heeft dit trillen geheel anders plaats; Merkel noemt dit een *aufschlagen*, was andeutet, dass dabei Theile sich abwechselnd öffnen und schliessen, welche nicht mehr in selbstständige Wellenbewegung versetzt worden sind. Hij verdeelt dit register nog weder in drie deelen: hoogere, middelste en laagste toonen, welke te zamen een octaaf omvatten. Den naam stroobasregister heeft hij het gegeven, omdat de toonen leeg, zonder klank zijn, hetgeen door den naam stroo eigenaardig wordt aangeduid.

4. Het register van het bovenste of randgedeelte van den stemband met geslotene glottis.

Eerste falsetregister.

Dit register staat tusschen het tweede en vijfde in, geeft eene reeks van hoogere toonen aan en komt zooals de naam reeds aanduidt, daardoor tot stand dat alleen het randgedeelte trilt. Tot zijn ontstaan is een zekeren graad van spanning der stembanden, hetzij in de lengte, hetzij in de breedte noodig; de stembanduitsteeksels moeten naauwkeurig tot elkander genaderd zijn. De trillingen welke slechts aan de binnenvlakte van dit randgedeelte plaats hebben, gaan op en neder, buiten- en binnenwaarts; het middelste en onderste gedeelte van den stemband worden naar buiten gedreven. De trillingen worden niet gestoord wanneer men, eene lijn van af den rand, een vast ligchaam op den stemband plaatst. De glottis is geheel of grootendeels gesloten. De verhooging der toonen geschiedt door spanning in de lengte of door zijdelingsche zamendrukking van de randen tegen elkander, de verlaging door het tegenovergestelde mecha-

nisme; de omvang bedroeg zelden meer dan 4 tot 5 toonen.

Wat zijne verwantschap met het eerste register betreft, zoo kan dit laatste gemakkelijk in het vierde overgaan, en wel wanneer het middelste gedeelte ophoudt te trillen en het randgedeelte alleen hiermede voortgaat, het meeste is het verwant met

5. Het register van het randgedeelte der stembanden met geopende glottis.

Tweede falsetregister.

Dit is het register wat Lehfeldt, Müller, Harless falsetregister noemden, ofschoon zij de toonen van het vorige register ook hieronder telden. Het onderscheidt zich voornamelijk daardoor van de andere registers, dat de stembanden door de met te geringe spanning doortrekkende luchtstroom, niet meer tegen elkander geschoven worden, maar uit elkander gehouden blijven, waarbij de rand in fijne, zoo het schijnt open nedergaande trillingen wordt gebragt en de glottis open blijft. Eene spanning der stembanden in de lengte is tot zijn ontstaan noodig. Met zijne laagste toonen begint het ongeveer op het midden van het bereik van het eerste of tweede register, en wel wanneer de drukking der lucht te gering was om volle trillingen der stembanden te doen ontstaan; zeer vaste sluiting van de stembanduitsteeksels schijnt niet noodig te zijn. In den regel opent zich bij zijn ontstaan de stemspleet tot op haar voorste gedeelte.

Het mechanisme van de toonen van dit register onderscheidt zich van de vorigen daardoor, dat zij niet alleen door de trillende bewegingen van de randen der stembanden tot stand komen, maar dat ook de luchtkolom zelve in de glottis in staande trillingen geraakt.

Merkel brengt hen dus tot luchttooncn terug. Volgens deze beschouwing stelt de glottis hierbij een sluitkanaal daar. Zijne gronden hiervoor zijn de volgende:

1. De waar te nemen randtrillingen zijn te klein bij dit register in evenredigheid van de kracht van den toon, ja, zij worden om zoo kleiner, hoe meer de toon aan volheid en intensiteit toeneemt. Hunne excursien zijn bij zwakke falsettooncn grooter dan bij sterke; men kan hun langzamerhand verdwijnen bij sterker aanblazen waarnemen.

2. De glottis wordt bij toenemende hoogte van den toon niet naauwer, maar wijder.

3. Men neemt geene kenteekenen (ruisschen etc.) van het doorstrijken van zoogenaamde wilde, of niet in staande trillingen gebragte lucht waar.

4. Het gebeurde dikwijls dat bij zekeren stand van de glottis waarbij verschillende toonen van andere registers gevormd werden, op eens een falsettoon ontstond, en wel steeds een en dezelfde toon.

5. De klank van dit register is, alleen voor hem die het kan beoordeelen, een onwederlegbaar bewijs voor het luchttoonkarakter dezer toonen.

De daling en klimming der toonen geschiedt door vermeerdering of vermindering van de spanning der luchtkolom en der stembanden. De omvang van dit tweede falsetregister is veel grooter dan die van het eerste. Bij een vrouwelijk strottenhoofd lag de diepste borsttoon bij f , de middelste bij e' — d' . De laagste falsettoon bij a' , de hoogste bij c' . De toonen gaan echter bij vrouwen zelden hooger dan tot e^3 — f^3 , bij mannen een octaaf lager.

e. Nadere beschouwing van Merkel's registers.

Zoo beknopt mogelijk hebben wij de vele bladzijden door Merkel over deze onderzoekingen gevuld trach-

ten weder te geven; zooals hij zelve opgeeft zijn zij het resultaat van 13—14 jaren arbeids, bewijs genoeg voor zijne volharding en toch is hij nog niet over alles in 's Reine.

Zal hij echter tot eene duidelijke verklaring komen, is de door hem ingeslagene weg te verkiezen, is hij zoo veel verder gekomen met zijne experimenten dan Joh. Müller, wiens leer hij eene dwaalleer noemt, die ook andere onderzoekers blindelings gevolgd hebben?

Deze vragen zijn moeilijk te beantwoorden voor iemand wiens onderzoekingen niets zijn, in vergelijking van den veeljarigen arbeid van Merkel. Wij willen daarmede dus voorzigtig, niet voorbarig zijn; om echter niet geheel achterwege te blijven willen wij eerst eene korte vergelijking maken tusschen zijne en Müller's resultaten en eindelijk eenige eigene onderzoekingen hieromtrent mededeelen.

De eerste vraag die wij hier ons zelve stellen, is reeds boven gedaan: verschillen zijne resultaten zooveel van die van Müller?

Wij gelooven deze vraag ontkennend te kunnen beantwoorden.

Beschouwen wij vooreerst zijn grondregister, dat van Müller's borstregister een onderdeel uitmaakt, dan moeten wij bekennen in het mechanisme der stembandtrilling geen onderscheid bij beiden te zien; dat het randgedeelte hierbij juist de tegengestelde beweging van het middelste zoude hebben, heeft Merkel zelve weder ingetrokken, de geheele stemband trilt, zooals Joh. Müller dit heeft aangetoond. En wat is zijn tweede register dat hij tegenslagaregister noemt? Wat de trillingen betreft, hiervan zegt hij zelve ze niet te kunnen definiëren, zij zijn niet in alle gevallen dezelfde, de wijze waarop hij hier de toonen voortbrengt verschilt niet in het minste van die waarvan Müller reeds vóór vele

jaren zich bediende, en omtrent het wezen en de verhouding der stemspleet, zegt hij niets dan hetgeen wij bij Müller in zijn handboek lezen.

Wat zijn stroobasregister betreft; de wijze waarop hij dit verklaart is dunkt mij zeer onphysiologisch en bij Müller veel duidelijker, welke zegt: Das elastische Gewebe verliert übrigens auch im schlaffen, nicht gespannten Zustande seine elastische Gegenwirkung gegen den Strom der Luft nicht; denn der durchgehende Strom der Luft dehnt, wenn der Durchgang sehr kurz ist und die Stimmbänder an einander liegen, beim Durchdrängen die schlaffen Bänder so sehr aus, dass sie wieder elastische Gegenwirkung bekommen, so dass durch die Vibrationen mit sehr grossen Excursionen die Stimmritze abwechselnd geöffnet und geschlossen wird. Es ist indess nicht einmal nöthig, dass die Elasticität der durch den Luftstrom ausgedehnten Stimmbänder so gross werde, dass sie rückschwingend die Stimmritze schliessen. Sie können auch ohne periodischen Schluss der Stimmritze im vom Luftstrom ausgedehnten Zustande schwingen, so wie eine schwach gespannte membranöse Zunge von Kautschuck, ohne bei den Rückschwingungen die gerade Linie zu erreichen.

Wij vinden hierin veel duidelijker verklaring dan bij Merkel's toedte, ihrer physikalen Kräfte beraubte Massen, waarop wij later nog terug zullen komen. Zijn vierde register dat een deel van Müller's falsetregister omvat komt op dezelfde wijze tot stand als het bij den laatsten schrijver is aangegeven en alleen bij zijn vijfde register, het vervolg van het falsetregister van Müller is zijne wijze van verklaring geheel verschillend, daar deze toonen zoogenaamde luchttoonen zijn; maar

„Wer kann was Dummes, wer was Kluges denken,

„Das nicht die Vorwelt schon gedacht?“

Faust. Th. II. Act. 2.

verschilt zij veel van die welke wij reeds bij Lisso-vius gevonden hebben?

Wij kunnen dus Merkel's uitgebreiden arbeid grootendeels tot dien van Joh. Müller terugbrengen en zullen in het volgende zien of wij door onze weinige onderzoekingen dit nog niet nader bevestigen kunnen.

Voor dat wij hiertoe overgaan moeten wij echter nog melding maken van hetgeen Merkel omtrent het mechanisme der stemvorming gedurende het leven heeft opgesteld. Wij zullen trachten hiervan een kort overzicht te geven, zonder zijne verdiensten te kort te doen, kunnen echter niet te veel in bijzonderheden treden, om de grenzen aan ons werk gesteld, niet te ver te overschrijden.

f. Merkel's beschouwingen over de stemvorming gedurende het leven.

Zoo als bekend is ondergaat het strottenhoofd bij het voortbrengen van verschillende toonen eene verplaatsing, eene op- en nedergaande beweging. Om deze bewegingen naauwkeurig te kunnen nagaan, noemt Merkel de plaats die de larynx bij rustige ademhaling inneemt, zijn statische nulpunt. Hij onderscheidt verder nog een phonisch nulpunt, hetgeen betrekking heeft op de stembanden, deze bevinden zich hierop wanneer zij hun gemiddelden spanningsgraad bezitten, wanneer er geene der kleine spieren van het strottenhoofd overwegend naar de eene of andere zijde werkzaam zijn.

Ook gedurende het leven neemt Merkel vijf verschillende registers aan; de voornaamste zijn het borsten-falsetregister, de overigen het stroobas-, het keelbas- en het hoofdregister. Het gehoor onderscheidt verder nog de toonen in die van timbre obscur en timbre clair, wat dus meer op het karakter van den toon duidt; bij timbre

clair staat het strottenhoofd in 't algemeen hooger dan bij timbre obscur, als wanneer zijne plaatsing meer overeenkomt met die bij het voortbrengen van denzelfden toon met gesloten mond. Voor de middelste borsttoon blijft het strottenhoofd op het statische nulpunt, voor de lagere daalt het hieronder, voor de hoogere stijgt het evenzooveel er boven, terwijl het voor de falsettoon steeds boven het statische nulpunt blijft. Wanneer men nu terwijl de larynx op zijn phonisch nulpunt staat een toon aangeeft, zoo kunnen er volgens Merkel twee gevallen voorkomen: of de musculus thyreo-arytaenoideus kan zich op den prikkel der doorstroomende lucht contraheren, of hij wijkt hiervoor uit. In dit laatste geval zal er een falsettoon ontstaan, want alleen het randgedeelte van den stemband dat in verhouding het meeste gespannen is, trilt; in het eerste geval echter, waar de musculus vocalis zich contraheert en derhalve het middelste gedeelte van den stemband medetrilt, ontstaat een borsttoon. De werking dezer spier is van dit punt uit derhalve eene willekeurige en hierop berust het verschil der beide toonregisters. Treedt de spier in werking zoo heeft zij twee krachten te bestrijden: 1°. de drukking der luchtkolom die haar naar buiten tracht te bewegen, 2°. moet zij zich verzetten tegen de werking van den crico-thyreoides, die hare contractie tegengaat. Bij eene gemiddelde, gelijkblijvende lengte der stemspleet is derhalve de functie dezer spier de volgende: Zij komt slechts bij het borstregister in eene zelfstandige werking; bij de falsetstem verhoudt zij zich indifferent. Zij werkt bij het borstregister door de grootte en kracht van den toon te reguleren en kan verder door eene meerdere spanning aan te nemen, den toon verhoogen.

Wij hebben nu na te gaan wat volgens Merkel de functie van den musculus vocalis is, bij verscheidene lengte der glottis. Worden de stembanden door beweging

van buiten af onder nul verkort, dan is de verkorting van den *Musc. Vocalis* eene geheel passive, hij behoeft hierbij geen wederstand te overwinnen en wordt slechts zooveel dikker als hij korter wordt, zijne vezelen zullen hierdoor eene wederzijdsche drukking op elkander uitoefenen, en als eindresultaat hiervan zullen de stembanden elkander niet slechts van boven maar ook met hunne binnenste vlakten in meerdere breedte raken. Is nu de wederzijdsche drukking der stembanden maar zoo groot, dat de glottis door de doorstroomende lucht nog in haar geheel geopend wordt, waarbij de *crico-thyreoides* altijd nog iets moet werken, dan ontstaan volle tegenslaande trillingen; door dit mechanisme komen de lagere en laagste borsttoon tot stand. Is echter alle antagonisme dat den *musculus vocalis* in zijne zamentrekking tegenwerkt weggevallen en de glottis tot haar minimum verkort, dan kan deze spier zich geheel zamentrekken, blijft echter ook na deze contractie week en slap; de stembanden zijn hierbij ontspannen en medegevende. De luchtstroom die onder deze omstandigheden door de glottis gaat zal, daar hij geen sterken tegenstand ontmoet groot zijn en de stembanden ver van elkander kunnen verwijderen; hierbij wordt de laagste borsttoon gevormd; treedt echter nu eenige verkorting van den *Musc. crico-thyreoides* in, dan wordt de spanning van den stemband terstond vermeerderd en de toon in evenredigheid hiervan verhoogd.

Hier is echter een verschil in het mechanisme mogelijk. Hoe meer de stembanden zich verkorten, hoe dikker de beide *musculi vocales* worden, in des te meerdere breedte raken de binnenvlakten der beide stembanden elkander en als dit ondersteund wordt door de meerdere zamentrekking van den *musc. arytaenoides transversus* en *crico-arytaenoides lateralis*, dan kan deze wederzijdsche drukking zooveel bedragen dat de spanning der lucht de glottis niet meer in haar ge-

heel zal kunnen openen, waardoor wij tot het mechanisme van het stroobasregister gekomen zijn. De banden kunnen hierbij in hun geheel niet meer trillen, het zijn aliquote trillingen zoowel in de lengte als breedte geworden. Het is hier dat Merkel den doorgang der lucht tusschen de stembanden als in afzonderlijke blazen laat tot stand komen; hetgeen hij opheldert door eene bijgevoegde teekening, waar zulk eene luchtbel eerst aan het onderste gedeelte de beide stembanden van elkander scheidt en al hooger gaat, terwijl deze zich terstond onder haar weder tegen elkander aanleggen, ongeveer zooals eene luchtbel door eene vloeistof zich beweegt, waar de deelen dezer vloeistof terstond de ledige plaats weder aanvullen door de verplaatsing der lucht ontstaan.

Wanneer echter bij eene gemiddelde lengte of eene geringe verkorting der stembanden onder nul, de *musculus Cricco-thyreoideus* in werking treedt en de stembanden tracht te verlengen, welke echter op hunne oorspronkelijke lengte moeten blijven, dan moet de *musculus vocalis* zich gelijktijdig zamentrekken; het gevolg hiervan is dat de glottis gesloten en de stembanden die eerst verslapt waren nu harder worden; de luchtstroom die door de glottis gedreven wordt moet nu eene grootere drukking uitoefenen, ten einde de stemspleet op de behoorlijke maat te openen en hare randen of wanden in trillingen van de vereischte snelheid te brengen. Terwijl in het vorige geval twee slappe, weekke spieren naast elkander lagen, zoo drukken nu twee harde spierlichamen op elkander, die zich niet meer zoo gemakkelijk van een laten scheiden, maar hiertoe een luchtstroom van meerdere spanning behoeven. De toonen die bij dit mechanisme tot stand komen zijn borsttoonen welke behooren tot de middelste van den geheelen omvang der stem.

Terwijl in de tot hiertoe beschouwde gevallen het elastische weefsel der stembanden op of onder het nulpunt of den evenwichtstoestand van zijne spanning was, terwijl de *Musc. vocalis* met of zonder tegenwerking van den *Crico-thyreoides* verkort was, willen wij nu meer op den voorgrond stellen de zamentrekking van de opligters van het strottenhoofd en den *crico-thyreoides*, waardoor de afstand tusschen den hoek van het schildvormige kraakbeen en de *processus vocales* wordt vergroot en derhalve de stembanden in de lengte gespannen worden. De *Musc. vocalis* zal nu door de verlenging die hij ondergaat dunner worden, de doorsnede van den geheelen stemband kleiner en de drukking die de beide middelste gedeelten der glottiswanden op elkander zullen uitoefenen, zal om zoo moeilijker worden, hoe meer deze spanning bedraagt. Overigens speelt nu de *Musc. vocalis* de rol van een antagonist en in geval van eene vermeerderde zijdeling-sche drukking der luchtkolom, zal hij de te verre verwijdering van de stembanden onderling kunnen tegengaan.

Degeschiktheid om bij verschillend aanblazen van lucht tweederlei toonregisters voort te brengen hangt wezenlijk af van den hoek dien de bovenste en binnenste vlakke van den stemband met elkander vormen en eerst dan wanneer deze hoek zoo scherp is dat bij de sluiting der stemspleet, zonder active spanning van den *Musc. vocalis*, de beide randgedeelten van de stembanden elkander raken, is de falsettoon mogelijk. Hier zien wij tevens de reden waarom een falsettoon niet onder het phonische nulpunt kan gevormd worden, want zoodra de *Musc. vocalis* zich contraheert en daardoor dikker wordt, raken de beide bovenste en middelste gedeelten der stembanden elkander en er ontstaat een borsttoon.

Een wezenlijk verschil is volgens Merkel hier tus-

schen het borst- en falsetregister op te merken. Is bij het laatste de *musc. vocalis* verslapt, zooals hij zijn moet, dan oefent hij geen wederstand op den druk der luchtkolom uit, en het randgedeelte kromt zich om bij zijne trillingen waardoor de stemspleet wijder wordt, in verhouding tot de spanning der banden en der lucht; hierdoor wordt de toon hooger, weeker, armer aan intensiteit, hij verkrijgt alle eigenschappen van een falsettoon.

Bij de borsttoonen is alles omgekeerd, hier zijn als 't ware twee elasticiteiten werkzaam, zegt Merkel, eene met eene lengte, de andere met eene dwarsche as; de eerste door de spanning in de lengte gevormd, de tweede door de contractie van den *Musc. vocalis*; de wederstand aan de lucht gesteld vermeerderd hierdoor, het trillende ligchaam wordt vergroot en de toon verkrijgt daardoor de eigenschappen die den borsttoon kenmerken.

Van het phonische nulpunt der glottis af naar boven, worden zoowel voor het borst- als falsetregister de stembanden in de lengte gespannen; daar bij het eerste echter de *Musc. vocalis* voortdurend tegenwerkt, bij het laatste niet, zoo volgt hieruit, dat voor een bepaalden falsettoon de stembanden langer dan voor denzelfden borsttoon moeten zijn, hetgeen daardoor bevestigd wordt dat de larynx bij het stijgen der falsettoonen grootere bewegingen aan den hals naar boven en voren maakt dan bij de borsttoonen.

Wij hebben nu nog na te gaan wat het hoofd- en keelbasregister van Merkel zijn.

Over het wezen van het hoofdregister bestaan zeer vele verschillende meeningen. De een geeft het de zelfde beteekenis als het falsetregister, een ander noemt dit alleen de hoogste falsettoonen. Harless beschrijft het als den overgang van de falset- tot de borststem

en volgens hem hebben deze toonen de geringe spanning der lucht met de falsettoon, de vibratie der stembanden in hunne geheele breedte met de borsttoon gemeen. Merkel beschouwt de toonen van dit register als diegenen die gevormd worden bij de door zijdelingsche drukking van buiten, naar elkander gebragte stembanden welke tevens in maximo in de lengte gespannen zijn, terwijl evenzoo de isthmus faucium vernauwd en de uvula samengetrokken wordt. Het strottenhoofd verkrijgt bij het voortbrengen van dit register den hoogst mogelijken stand, de epiglottis komt zeer laag op den aditus laryngis te liggen, die daardoor verkleind en naar achteren gedrongen wordt.

Wat het mechanisme van het keelbasregister betreft, dit onderscheidt Merkel nog van het stroobasregister, ofschoon hunne toonen wat de hoogte betreft geheel met elkander overeenkomen; het strottenhoofd staat hooger dan bij den stroobas, de onderkaak komt lager te staan dan bij de andere registers, ofschoon de mond in verhouding minder geopend wordt; het tongbeen wordt zoo vast mogelijk aan het schildvormige kraakbeen getrokken; van den laagsten borsttoon uit laat het zich nog drie tot vier trappen verlagen, doch klinkt dan slecht, dof en herinnert aan den stroobas, aan welke echter nog meer metaalklank gegeven worden kan. Door de glottis wordt een volumineuse luchtstroom zoo langzaam mogelijk doorgelaten; de glottis wordt sterk verkort zonder dat de *Musc. vocalis* eene bijzondere opponerende werkzaamheid ontwikkelt; de *crico-arytaenoideus lateralis* bevindt zich op halven spanningsgraad en de *processus vocales* raken elkander niet geheel; eerst door de drukking der lucht wordt de stemspleet gesloten, de zamendrukking van het schildvormige kraakbeen door den *thyreo-pharyngeus* draagt tot het tegen elkander schuiven der stembanden bij. Hoe lager de

toon wordt des te minder groot worden de excursiën en hoe meer dit geschiedt, moet de glottis vernauwd worden, totdat het mechanisme in dat van den stroobas overgaat.

Ofschoon wij met Merkel bij deze beschouwing reeds, niet alle registers kunnen aannemen, moeten wij echter voor een groot gedeelte met zijne theoriën over het mechanisme bij de stemvorming ons vereenigen; met groote juistheid en naauwkeurigheid heeft hij ze ontwikkeld, wij gelooven echter dat hij te veel heeft willen scheiden en verdeelen, waar een meer eenvoudige verband te vinden was.

Na deze vermelding zullen wij laten volgen onze

g. Eigene onderzoekingen omtrent de stemvorming en het verschillende mechanisme der registers.

De leer van het mechanisme der stembanden bij de stemvorming wier bestudering door Ferrein eerst met meer vrucht werd ondernomen en door Joh. Müller later op meer hechte, wetenschappelijke grondslagen werd opgebouwd, mag zich reeds op eene tamelijke volkomenheid beroemen. Nogtans de proeven die tot deze resultaten geleid hebben zijn op een dood orgaan in het werk gesteld, dat door allerlei manipulatiën in die omstandigheden gebragt wordt, waarin men meent dat het gedurende het leven bij het voortbrengen van dezen of genen toon verkeert en al is men op deze wijze tot vrij zekere resultaten gekomen (welke door Merkel die zijne proeven op het uitgesneden strottenhoofd met de waarnemingen aan het levende individu nader in verband bragt, meer volledig zijn gemaakt), nog altijd kan de vraag worden opgeworpen of er toch gedurende het leven nog niet iets anders plaats heeft, dat deze of gene omstandigheid kan wijzigen.

Men was daarom steeds bij zelfmoordenaars, waar de niet doodelijke snede het oog een blik in het strottenhoofd veroorloofde, er op uit, omtrent verschillende vragen meer zekerheid te erlangen. Maar geen schooner gelegenheid deed zich hiertoe op dan na de uitvinding der laryngoscoop, die een vrijen blik in den larynx bij alle mogelijke toonen en toonvormen toelaat. Na het verschil van meeningen tusschen den laatsten onderzoeker op dit punt, Merkel en die van den meer algemeen bekenden Joh. Müller te hebben nagegaan, vond ik het niet ongepast langs dezen weg eenige onderzoekingen in het werk te stellen en zoo mogelijk tot eenig positief resultaat te komen; ik ben van de onvolkomenheid van mijnen arbeid overtuigd, doch misschien zullen anderen hierdoor tot nader onderzoek worden aangespoord en daarom zal ik mijne waarnemingen hier laten volgen.

Ik heb mijne onderzoekingen aan mijn' eigen larynx gedaan met het toestel tot zelfwaarneming door Czermak aangegeven, waarop ik aan het einde nog eens terug zal komen.

Wanneer men een toon zingt, waarbij de stand van den larynx ongeveer op zijn rustpunt blijft, bij mij c, dan ziet men de bekervormige kraakbeenderen elkan- der terstond naderen, de processus vocales raken elkan- der, de stembanden worden naar binnen bewogen en geraken in trilling, de rima interarytaenoidea is bijna geheel gesloten, de rima vocalis niet geheel lijnvormig met evenwijdige randen, maar aan haar achterste derde gedeelte iets wijder, naar voren puntig toeloopende; men observeert dit onmiddelijk vóór en terwijl de toon aanspreekt en vooral dan duidelijk wanneer men slechts zacht aanblaast; in dit geval ziet men de trillingen het duidelijke aan den binnensten rand, waar zij mij steeds herinnerden aan de bewegingen van de flimmerharen

des flimmerepitheliums; de stembanden worden bij deze trillingen afwisselend naar en van elkander bewogen, zoodat de rima vocalis beurtelings gesloten en geopend wordt; bij versterking van den toon ziet men de banden in hun geheel grootere excursiën maken, en wordt de rima interarytaenoidea iets meer geopend dan bij zacht blazen. Bij d is zij geheel gesloten en nu met volle stem hooger zingende, ziet men de stembanden meer gespannen, de excursiën minder uitgebreid worden, het bovenste gedeelte van de epiglottis stijgt op, de beker-vormige kraakbeenderen worden van boven geheel aan elkander gesloten, (arytaenoideus transversus) de rima vocalis wordt niet meer zoo wijd geopend en met de borststem steeds hooger zingende schijnen de stembanden in de lengte in twee deelen afgedeeld, waarvan het binnenste meer verheven, het buitenste lager is; de trillingen zijn sterk aan den rand, minder, hoewel toch duidelijk zichtbaar aan het buitenste gedeelte; de larynx wordt van achteren vernaauwd evenzoo de pharynx, de amandelen naar elkander toe bewogen; alles ziet en voelt men duidelijk in sterk gespannen toestand verkeerren, de larynx stijgt hierbij steeds naar boven, tot dat men met de borststem den hoogsten toon heeft bereikt; de rima vocalis wordt door de doorstroomende lucht afwisselend geopend en gesloten; het strotklepje is zoo veel mogelijk naar voren en boven bewogen, zoodat de verhevenheid aan het onderste gedeelte der achtervlakte duidelijk te zien komt.

Zingt men deze toonen met de falsetstem, dan is het gevoel van spanning verdwenen, men kan echter zien dat de stembanden nog zeer gespannen zijn, maar het eigendommelijke van het mechanisme bij de falsettoonen is: dat de stembanden bij de trillingen die men alleen aan den rand kan waarnemen, niet meer afwisselend tot en van elkander gevoerd worden, doch op

een bepaalden afstand blijven, zoodat de rima vocalis voortdurend openstaat; versterkt men den falsettoon, dan wordt de spleet wijder en de trillingen zijn duidelijker te zijn. In het falsetregister hooger zingende wordt de stemspleet steeds naauwer en korter, doordat de stembanden van achteren elkander voortdurend meer naderen en sterker gespannen worden, de randtrillingen worden steeds fijner, zoodat men hen slechts daaraan kan herkennen, dat de randen vóór het aanspreken van den toon een duidelijken, scherpen omtrek vertoonen, doch dezen bij de toonvorming verliezen; de larynx en pharynx worden langzamerhand naauwer, de tonsillen naderen elkander meer en meer, de rima vocalis heeft eindelijk het toppunt van vernauwing bereikt en is van achteren gesloten; men is echter ook nu nog in staat door versterking van den toon haar in haar geheel te openen. Daalt men in het falsetregister af naar beneden, zoo ziet men de rima vocalis eenigzins wijder, langer en de trillingen aan den rand duidelijker worden; dit gaat steeds voort totdat men den laagsten falsettoon bereikt hebbende, bij mij e, de stembanden elkander weder ziet naderen, de trillingen niet meer tot het randgedeelte bepaald blijven, in grootere excursien plaats hebben en de rima vocalis weder afwisselend geopend en gesloten wordt; de overgang op den naast gelegen' lageren toon is nu zeer karakteristiek, wanneer men namelijk beproeft ook dezen nog met de falsetstem te zingen en dus het mechanisme voor dit register behoudt, gelukt het slechts even in het begin dezen toon in de falset aan te geven, doch hij gaat spoedig in de borststem over; hierbij is echter opmerkelijk dat deze borsttoon niet met denzelfden toon in het falsetregister overeenkomt, doch eenige toonen lager is, waaruit wij het besluit kunnen trekken dat een en dezelfde toon, in het borstregister gezongen meerdere

spanning der stembanden vereischt dan met de falset-stem aangegeven; tevens ziet men dat bij een overgang in het borstregister niet het randgedeelte, maar het middelste gedeelte van den stemband met dat van de andere zijde in aanraking komt.

Zingt men met de borststem deze lagere toonen, dan ziet men de rima interarytaenoidea zich lijnvormig openen, de rima vocalis is in haar achterste derde gedeelte ook langzamerhand wijder geworden; de trillingen breiden zich meer naar buiten uit, zijn vrijer en lager afdalende met den toon, ziet men de stembanden zich meer ontspannen, de trillingen hebben in grootere excursien plaats, de rima vocalis opent zich meer, de bekervormige kraakbeenderen worden aan hun bovenste gedeelte meer van elkander verwijderd, ook aan het onderste zoodat de rima interarytaenoidea driehoekig wordt, met den top naar voren en de sluiting der processus vocalis bij E niet meer vast doch slechts oppervlakkig is. Nu zijn wij genaderd tot de stroobastoonen van Merkel; de stembanden hebben een niet gespannen aanzien, convergeren naar voren, en zijn naar buiten hellende, men ziet hen ook nog bij D in hunne geheele lengte trillen, de aanraking der processus vocales hoe langer hoe lossen worden en de stembanden meer uit elkander wijken; dat zij elkander nu weder zouden naderen, zelfs zoo, dat zij geheel tegen elkander komen te liggen, zooals Merkel meent, is moeilijk aan te nemen. Ik moet evenwel bekennen dat mijn onderzoek hier wel wat eenzijdig is; ik ben nog niet in de gelegenheid geweest anderen, wier stem lager of hooger dan de mijne gelegen is, te onderzoeken; eerst later zal dit derhalve met meer zekerheid kunnen beslist worden. Eene proef wil ik echter nog vermelden; wanneer ik bij den laagst mogelijken toon het schildvormige kraakbeen met de hand zooveel mo-

gelijk achterover bewoog en daardoor de stembanden nog meer, ja tot den hoogsten graad ontspannen werden, waardoor de toon nog meer verlaagd en tevens veel armer aan klank werd, bleven de stembanden van elkander geweken, echter nog in hun geheel trillende, de rima interarytaenoidea bleef driehoekig. Ik hoop later in de gelegenheid te zijn, hierover nog eenige experimenten in het werk te stellen.

Wat de bewegingen van de epiglottis en de bovenste stembanden aangaat, hierover moeten wij nog het een en ander aangeven.

Bij de lagere en laagste toonen zien wij de epiglottis zich bijna geheel over den aditus laryngis heenleggen, zoodat het meerdere moeite en oefening kost de verschijnselen in het binnenste van den larynx waar te nemen. Na eenige toonen gezongen te hebben waarbij zij meer opstijgt en bij eene geschikte houding van het hoofd, maar vooral van het keelspiegeltje dat in 't algemeen gezegd, lager in gebragt moet worden, gelukt het echter zeer goed ook bij deze lage toonen de stembanden te zien. Bij het stijgen der toonen gaat de epiglottis meer naar boven, totdat bij de hoogere borsttoonen de verhevenheid aan het onderste gedeelte duidelijk te zien komt, daar het bovenste gedeelte sterk naar voren en boven is omgebogen; dit had het sterkste bij den hoogsten borsttoon plaats, zong ik nu den daarmede overeenkomenden falsettoon, dan daalde dit bovenste gedeelte weder, het onderste was echter nog, hoewel niet in zoo groote uitgebreidheid te zien; bij het verhoogen van den falsettoon nam de epiglottis weder denzelfden stand aan als bij den hoogsten borsttoon.

Wat de bovenste stembanden aangaat, deze zien wij bij de hoogere toonen meer tot de ondersten naderen, waardoor de ventriculi Morgagni naauwer worden; bij

de hoogste toonen waar de larynx in zijn geheel vernauwd wordt, naderen de bovenste banden meer tot elkander. Bij de lagere toonen zijn de ventriculi Morgagni meer geopend en kunnen zoo tot resonantie van het geluid dienen; dat zij echter zoo als Merkel meent, door reflexie van de lucht eene mechanische inwerking op de onderste stembanden zouden uitoefenen, waardoor hunne te groote excursien en het aanslaan tegen de bovenste stembanden verhinderd zoude worden kunnen wij niet aannemen. Vooreerst gelooven wij niet, dat deze excursien zulk eene uitgebreidheid kunnen bereiken; ten andere zouden zij dit, zoo mogelijk, doen bij de lagere toonen, waar de bovenste banden echter te veel verwijderd zijn, en bij de hoogere toonen zoowel van het borst- als falsetregister, waar de bovenste stembanden meer naar binnen en naar de ondersten bewogen worden, zijn de excursien veel te gering.

Vatten wij nu te zamen wat wij bij het voortbrengen dezer toonen gezien hebben, dan vinden wij twee duidelijk afgebakende reeksen: bij de eene trilden de stembanden in hun geheel en werd de rima vocalis afwisselend geopend en gesloten; bij de andere reeks trilde alleen hun randgedeelte, de rima vocalis bleef gedurende de trilling geopend, de rima interarytaenoida gesloten; beiden vonden hunne bovenste grens bij hoogst mogelijke spanning der stembanden en vernauwing van den larynx; van Merkel's eerste falsetregister, waarbij de stemspleet gesloten is hebben wij niets waargenomen en van zijn stroobasregister verschilde het mechanisme niet van dat der borsttoonen.

Zijn nu de toonen van het falsetregister luchttoonen zooals Merkel aanneemt? Uit hetgeen wij medegedeeld hebben kunnen wij twee gegevens trekken welke juist

het tegendeel aanduiden van zijne twee eerste en voor-naamste bewijzen hiervoor. Als hij zegt, (zie pag. 85) dat de randtrillingen om zoo kleiner worden hoe meer de toon aan volheid en intensiteit toeneemt, dat zij bij zwakke falsettoon grooter zijn dan bij sterke en het langzame verdwijnen duidelijk is waar te nemen, zoo hebben wij hier juist het tegenovergestelde gezien, hetgeen evenzoo het geval is met zijne bewering dat de glottis bij het stijgen der toonen wijder in plaats van naauwer wordt. Ofschoon deze bewijzen hierdoor als niet geldende kunnen beschouwd worden, moeten wij echter met Merkel instemmen dat de falsettoon aan het gehoor wel het karakter van luchttoon wedergeven, de spleetvormig geopende rima vocalis komt verder allezins overeen met den *mond* der orgelpijpen en wij gevoelen ons derhalve zeer geneigd deze toonen met hem tot luchttoon terug te brengen, doch daar wij geen direct bewijs er voor kunnen aanvoeren, wagen wij het niet hier eene beslissende uitspraak te doen.

Toen ik op deze hoogte van mijn onderzoek gekomen was, meende ik om over alle registers in het klare te komen, mij met een musicus in contact te moeten stellen om diens meeningen hierover te raadplegen. Eene gereede gelegenheid vond ik hiertoe door kennismaking met den Heer David Koning te Amsterdam, die mij gaarne zijne empirie hieromtrent van een twaalfstal jaren met vele leerlingen, zoowel in muziek als zang wilde mededeelen. Het was hem gebleken, dat men met regt slechts twee registers kan aannemen, het borst- en falsetregister, of de volle en halve stem; hij stelt zich voor dat bij de eerste meer gewigt aan den stemband wordt aangebragt dan bij de laatste, eene uitdrukking die wij zeer goed tot een physiologisch begrip kunnen terugbrengen. Hij trachtte mij verder bij zich zelven zoowel als bij anderen aan

te toonen, dat de laagste falsettoon niet veel hooger gelegen is, dan de laagste borsttoon, ja zelfs nog lager dan de borsttoon gaat, en inderdaad het valt niet moeilijk van de hoogere falsettoonen af naar beneden toe diep af te dalen, zonder dat men een overgang kan waarnemen, mits men slechts zorg drage weinig lucht door te blazen.

Ik heb hierna nog meermalen het mechanisme bij deze lage door hem genoemde falsettoonen met de laryngoscoop nagegaan en gevonden, dat de stembanden hierbij wel niet met zulke groote excursien trillen, maar toch in veel meerdere uitgebreidheid dan bij de eigenlijke falsettoonen, dat verder de rima interarijtaenoidea bij hen geopend is, bij de laatsten gesloten; doch, en dit is wel het voornaamste, de rima vocalis werd afwisselend bij de trillingen geopend en gesloten; zij kunnen dus niet tot de falsettoonen gerekend worden, wij gelooven hier met de hoofdstem van Harless te doen te hebben (zie pag. 77); hoe lager zij gaan des te armer aan klank worden zij (stroobas), maar daar wij in het mechanisme geen wezenlijk verschil met het borstregister gevonden hebben, behoeven wij er geen afzonderlijk register voor aan te nemen en brengen deze toonen derhalve tot de lage borsttoonen terug.

- Met een woord moeten wij hier nog gewagen van de ventielopening van Harless. Wij hebben bij onze onderzoekingen met de laryngoscoop wel gezien dat de wijfde van de glottis in verband staat met de intensiteit van den toon en de spanning der doorstroomende lucht en dat bij versterking hiervan de glottis wijder werd; dat echter zooals Harless meent, het sluiten van de rima interarijtaenoidea, zijue ventielopening, gespaard zoude blijven voor die momenten, waar de noodige spanning der lucht niet meer door de druk-

king der expiratie maar slechts door vernaauwing der opening waaruit de lucht stroomt, kan verkregen worden, is door hetgeen wij hebben waargenomen genoegzaam wederlegd want: bij de hoogere toonen is deze opening van den beginne af aan reeds gesloten, bij de lagere wordt zij niet gesloten.

Eene beschouwing van Merkel's hoofdregister blijft ons nog overig; hij heeft ons dit leeren kennen als de hoogste falsettoon, waarbij de larynx in zijn geheel vernaauwd is, de stembanden nader tot elkander gebragt worden en de rima vocalis van achteren gesloten is. Merkel meent dat de epiglottis hierbij geheel op den aditus laryngis te liggen komt, wij hebben echter gezien dat zij integendeel zooveel mogelijk naar voren en boven bewogen wordt. Om voor deze hoogste toonen een afzonderlijk register op te stellen, gelooven wij dat daarom minder juist is, omdat van de lagere falsettoon reeds de rima vocalis van achteren naar voren korter begint te worden door het tegen elkander liggen van het achterste gedeelte der stembanden, en wij aan de bovenste grens van het borstregister evenzoo vernaauwing van den geheelen larynx hebben waargenomen.

Wat eindelijk het keelbasregister van Merkel betreft, wij meenen dat dit minder eene beschouwing verdient, daar de hoogere toonen niet wezenlijk van de borsttoon verschillen en het, zooals Merkel zelve aangeeft, niet tot den zang geutiliseerd wordt, daar het vooral bij het voortbrengen van de lagere toonen een pijnlijk gevoel in het strottenhoofd teweegbrengt. Op deze wijze zoude men de registers met nog vele kunnen vermeerderen. Wat het verschil van mechanisme betreft, hebben wij twee duidelijk afgescheidene registers gevonden: het borst- en falsetregister; de wijzigingen van dezen weder tot

afzonderlijke registers terug te brengen, leidt slechts tot verwarring, waarvan wij bij het hoofdregister het duidelijkste voorbeeld zien, waaromtrent op dit oogeblik nog zoovele verschillende meeningen bestaan.

Zooveel blijkt uit deze beschouwingen reeds dat wij het mechanisme van de stembanden en de omgevende deelen bij de stemvorming naauwkeurig met de laringoscoop kunnen nagaan. Al hebben wij slechts een oppervlakkig beeld hiervan wedergegeven, men moet in aanmerking nemen dat er zoovele vraagpunten zijn, die men eerst na de bestudering van verschillende stemmen en stemorganen zal kunnen beantwoorden; wij hopen hiertoe later in de gelegenheid te zijn, waartoe de Heer Koning ons zijne medewerking heeft toegezegd. Intusschen is het onze wensch, dat het medegedeelde voldoende moge zijn om de aandacht meer op de laringoscoop te vestigen, die voor de phijsiologie van het strottenhoofd van zooveel waarde kan worden. Eene uitvoerige beschrijving van het instrument te geven is overbodig; in het Tijdschrift voor Geneeskunde is er eene mededeeling van gedaan en Czermak heeft er eene Monographie over uitgegeven; alleen willen wij van dit toestel tot zelfwaarneming het principe aangeven. Op een mahonijhouten kistje waarin de spiegels etc. bewaard worden, wordt een statief geschroefd, waarop een concaafspiegel wordt vastgezet; aan dit statief wordt verder een gewone platte spiegel bevestigd. De stralen der zon of eener lamp worden in dezen concaafspiegel gereflecteerd, geconcentreerd en bij opening van den mond in de keelholte geworpen; brengt men bierin nu het keelspiegeltje, een klein vierkant, van glas of metaal, een weinig verwarmd om het aanslaan te voorkomen, zoo worden de lichtstralen door dit weder gereflecteerd

en in het binnenste van den larynx gebragt; de nu teruggeworpen lichtstralen geven in den tweeden platten spiegel een getrouw beeld hiervan, dat men zelve kan waarnemen; ook anderen kunnen vóór den waarnemer geplaatst op het keelspiegeltje zelf dit beeld zien.

Het blijkt verder uit de Monographie van Czermak genoegzaam, welke waarde de laryngoscoop ook voor de pathologie van het strottenhoofd heeft, en in diagnostisch, en in therapeutisch opzigt. Het is wel waar dat men in den beginne, vooral bij het waarnemen van anderen weinig ziet; spoedig echter kan men zich over meer voldoende resultaten verheugen; velen zijn er die zoowel voor physiologie als pathologie de waarde der laryngoscoop ontkennen, eene meer langdurige oefening zoude hun gevoelen spoedig doen veranderen. Wat de moeilijkheden aangaat, die men vooral in den beginne ontmoet, zoo heeft men ten 1^{ste} het juiste rigten van den reflexspiegel; ten 2^{de} de juiste houding en plaatsing van het keelspiegeltje, want in den beginne gebeurt het niet zelden, dat men het beeld op eens verliest en men eenige oogenblikken het spiegelkje moet wenden, voor men het heeft wedergevonden; in dien tusschentijd is het echter koud geworden en men moet het op nieuw verwarmen; dit alles is ontmoedigend, doch na eenige oefening heeft men zonder moeite als 't ware door het gevoel terstond de plaatsing gevonden die noodig is en is men vrijer om deze de noodige veranderingen te doen ondergaan. Ten 3^{de} wat het licht betreft, is het zonlicht verreweg boven kunstlicht te verkiezen, daar het een veel helderder beeld geeft; ten 4^{de} zijn er ook van de zijde der patienten eenige moeilijkheden te overwinnen en wel de reflexbewegingen, die bij het inbrengen van het spiegelkje ontstaan; de ondervinding heeft ons echter geleerd, dat

juist individu's, die aan keelziekten lijden, dit in de meeste gevallen veel beter verdragen dan gezonde voorwerpen en dit behoeft ons niet te bevreemden, daar door het bestaande lijden de gevoeligheid voor bijkomende prikkels eerder verminderd dan verhoogd zal zijn. Ten anderen kan men in weinige dagen door het van tijd tot tijd laten invoeren van een lepel tegen het zachte gehemelte de gevoeligheid voor een vreemd ligchaam genoegzaam overwinnen, om daarna het onderzoek met goed gevolg in het werk te stellen. Eene andere hinderpaal is de houding der tong door den lijder, die deze niet in den bodem der mondholte kan leggen, het beste is dan haar een weinig te doen uitsteken, of ook met een spadel neder te drukken, waardoor men echter de andere hand niet meer vrij heeft, doch in den regel behoeft men deze niet, want haar aan het strottenhoofd te leggen is overbodig, en dit orgaan hierdoor plaatsveranderingen te doen ondergaan is iets dat de patient onmogelijk verdraagt, daar het de reflexbewegingen eerder te voorschijn roept. De verwarming van het spiegelkje door warm water is mij gebleken duurzamer te zijn dan door het te houden tegen het glas der lamp, daarenboven gelukt zij spoediger en wat den graad van warmte betreft, zoo vond ik de controle aan den wang als zeer geschikt. Het komt er verder op aan bij de observatie in één blik alles te overzien als: den toestand der epiglottis, en wel de kleur, de grootte, het al of niet gezwollen zijn, hetzelfde van de bovenste stembanden, het bekleedsel der bekervormige en Santoriniaansche kraakbeenderen, de onderste stembanden, de inwendige vlakke van het ringvormige kraakbeen en verder de trachea, wier ringen men duidelijk tellen kan. Doch bij het rustige ademen is de epiglottis te veel gedaald, dan dat men in den larynx een vrijen blik zoude heb-

ben, daarom laat men den patient een toon aangeven. Czermak geeft op om eenige malen *a* of de korte *e* te laten spreken of, omdat de epiglottis hierbij nog niet geheel oprijst, de *i*, bij welke laatste vocaal echter noodzakelijk de tong in de hoogte bewogen wordt, die het zien belet; daarom, zegt Czermak, moet men alleen de intentie hebben de *i* te spreken, doch het niet zoo ver laten komen; dit gaat echter bij een patient niet zoo gemakkelijk, ik heb mij derhalve het beste bevonden de korte *e* op een eenigzins hoogen toon te laten zingen, waarbij men steeds den meest vrijen blik in het binnenste van den larynx kan werpen; in de meeste gevallen van lijden aan keelziekten zal het zingen wel moeilijk gaan, doch het is voldoende ter bereiking van zijn doel wanneer de patient slechts tracht de toonen door den medicus aangegeven, na te zingen. Stelt men het onderzoek alleen in het werk om de buitenste oppervlakte of den rand der epiglottis te zien, ook dan is het goed den patient eenige toonen te laten aangeven, daar deze anders den adem inhoudt uit vrees van het onderzoek te storen.

Ten slotte zij nog de mededeeling van Gerhardt vermeld in het Würzbürger Med. Zeitschrift, dat hij bij de eerste kennismaking met het instrument weinig waarde er aan heeft toegekend, doch dat een voortgezet gebruik hem nu de schoone vruchten er van oplevert, die hij zich niet had kunnen voorstellen.

Gelukkig dan ook, dat er hier reeds velen zijn, getuige de bestellingen aan den mechanicus Hauck te Weenen, die door eigen onderzoek de waarde er van willen toetsen. Czermak en Gerhardt geven hen de verzekering dat zij zich niet teleurgesteld zullen vinden, evenmin als dit bij ons het geval is geweest.

STELLINGEN.

I.

De laryngoscoop is in physiologisch en diagnostisch oogpunt van groote waarde.

II.

Door de zamentrekking van den *Musc. Crico-arytaenoidens lateralis* wordt de stamband niet verkort, veelmeer iets verlengd.

III.

De *Cartilagoes Santorinianae* zijn zelfstandige kraakbeenderen.

IV.

De onmiddellijke invloed van de zenuwen op de voeding kan niet geloofwaardig worden.

V.

Bij alle fracturen zoowel gecompliceerde als eenvoudige is een gepast steunend verband vroegtijdig aangelegd en geschikte ligging het beste antiphlogisticum.

VI.

Teregt zegt C. O. Weber: Ins besondere reiht die ganz enorme Productions-kraft des Eiters denselben den hässartigen Neubildungen an.

Virchow's Archiv. Band XV, s. 468.

VII.

Bij paralyse, waar de galvanische prikkel geene contractie opwekt, is de aanwending van den inductietoestel schadelijk; daarentegen de passieve en active gymnastie uit een physiologisch en therapeutisch oogpunt als het meest rationele middel aan te bevelen. Waar eene bestendige centrale oorzaak de werkzaamheid der motorische zenuwen opheft is geene der beide methoden aanwendbaar.

VIII.

De nitademing is voor den bloedsomloop in het longweefsel gunstiger, de inademing ongunstiger.

IX.

Zeer juist wordt in de Engelsche wetgeving het bewijs van het bestaan der zwangerschap niet als noodwendig vereischte gesteld voor de veroordeeling wegens het misdrijf van vruchtdrijving.

X.

De anatomische distinctie van epithelioma, carcinoma en sarcoma heeft voor de prognose weinig waarde.

XI.

De gezwellen met veelkernige plaatjes (tumeurs à myélopaxes van *Netlow*) zijn niet anders dan Sarcoom van het mergweefsel der beenderen en verdienen niet als een nieuw soort van gezwellen aangemerkt te worden.

XII.

De meening dat de werking van kwik en jodium bij syphilis zich zoude bepalen tot het latent maken der verschijnselen met voortduren der ziekte (*von Eörensprung*) is in strijd met de ervaring.

XIII.

Bij de behandeling van pneumonie en rheumatische met Tart. Emeticus komt het toedienen van opium slechts in den beginne te pas.

XIV.

Het verschil in het ontstaan van den rachitischen en osteomalacischen bekkenvorm hangt alleen af van uitwendige invloeden.

XV.

Bij spastische zamentrekking van het ostium uteri gedurende de baring moet men van scarificaties het meeste nut verwachten.

061

7. August 26

အသံ အသံအသံအသံ ၂၀၆၆

489 No. 1

50.61. 2 vol.

antelope