

ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

A KOLOZSVÁRI ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT ÉS AZ
ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁ-
LYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁS AIRÓL.

III. NÉPSZERŰ SZAK.

VI. kötet.

1884.

3. szám.

HANGKÉPZŐ SZERVÜNK BONCZ- ÉS ÉLETTANA.

Klug Nándortól.¹⁾

Több évvel ezelőtt alkalmam volt ugyanezen helyen két a hallásról tartott előadásban²⁾ azon módokat kifejteni, melyek szerint a légrezgések fülünk útján öntudatunkra jutnak és bennünk hangérzéseket támasztanak. Azon hangok közül, melyek felfogására hallószervünk hivatva van, nyilván a beszédhangot illeti meg az elsőség. Beszélő tehetségünknek köszönjük, hogy gondolatainkat másokkal közölni, mások gondolatait felfogni képesek vagyunk. Hangképző szervünk egész szellemi életünk fenntartója, nélküle a műveltség azon magas fokát, melyre emelkedtünk, soha sem értük volna el. És ha még tekintetbe vesszük, hogy ama kedély-mozgalmakat, melyeket az ember énekhangja bennünk támasztani képes, ugyancsak azon szervnek köszönjük, úgy alig ha csalódom, midőn meg vagyok győződve arról, miszerint hangképző szervünk működésének közelebbről megismertetése alkalmából önök is szívesen fognak követni és elnézők lesznek ha előadásom fonalán esetleg olyan fejtegetésekbe bocsátkozni leszek kénytelen, melyek a hallgató részéről aránylag több türelmet igényelnek, mint hasonló más előadások igénybe venni szoktak.

¹⁾ Előadta az orvos-természettudományi társulat 1884. márczius 28-án és április 4-én tartott természettudományi estélyein.

²⁾ Orvos-természettudományi Értesítő, Népszerű szak. 1879. II-ik füzet.

Hangképző szervünk lényegében fúvóhangszer, mely legjobban harmoniummal hasonlítható össze. A harmonium hangja tudvalevőleg úgy jő létre, hogy fúvót lábunkkal lenyomva abból szelet szorítunk szelládába, melyben fémnyelvek vannak. Mindegyik fémnyelvet ráma vesz körül, úgy mint azt a szájharmonikánál is látni lehet. Ezen nyelveket a szél szabályos rezgésekbe hozza, mihelyt a harmoniumon az utat számára a megfelelő billentyűk lenyomása által megnyitjuk. A ráma által körülkerített nyílást tudniillik a nyelv csaknem teljesen elzárja, azért, midőn a szél a nyelvre nyomást gyakorol, ezt lengő mozgásba hozza, miáltal az áramló lég a ráman át a körlevegőbe majd szabadon ki juthat, majd pedig áramlásában megszakíttatik; ezáltal a levegőben rezgések támadnak, melyek a nyelves síp hangját okozzák. A rezgések gyorsasága, tehát a hang magassága, a fémnyelv nagyságától és ruganyosságától függ.

Hangképző szervünknel a viszonyok ezekhez egészen hasonlóak; a fúvókat képviseli a két tüdő, a szelládát a hörgők és légcső, a nyelves sípot a gége.

Azonban már felületes megtekintésnél is szembetűnik a két hangszer közt fennálló azon lényeges különbség, hogy az ember hangképző szerve a harmoniumnál sokkal egyszerűbb hangszer. Míg a harmonium két fúvóból, több rendbeli szelládából, melyekbe a szelet a registerek kihúzása által beocsátani lehet és annyi nyelvből áll, a hányféle hangot ezen hangszer egyáltalában adni képes, addig hangképző szervünk fúvóinak — a tüdőknek — szele egy szelládába — a légcsőbe — szorúl össze és a gégeben egyetlen nyelves sípot van hivatva hangadó rezgésekbe hozni. A fúvót sem lábaink teszik mozgásba, hanem azon mechanizmus, mely egyúttal a légző mozgások fenntartója. Billentyű, melynek lenyomása által a szélnek szabad utat engedünk, hogy bizonyos nyelvet rezgésbe hozhasson, mint a harmoniumnál, szintén hiányzik; de szükségtelen is volna ott a hol csak egyetlen nyelv van.

Mind azon sok hangot, mely az ember énekhangjában előfordul, a gégeben egyetlen nyelv rezgése kelti. S ezt a gége azon különös szerkezetének köszönjük, melynélfogva azon nyelv nagyságát és ruganyosságát megváltoztatni az egy sípot tehát különböző sípokká átalakítani tudjuk. Ebben rejlik épen hangadó szervünk roppant előnye más hasonló hangszerek felett; a harmoniumban a különböző

hangok számára szolgáló sípok sorban egymás mellett vannak elhelyezve, gégenket pedig képesek vagyunk különböző magas hangot adó sípokká egymás után átváltoztatni.

A gége említett működéséről tiszta fogalmat csak úgy lehet nyerni, ha a közreműködő egyes szervek bonczatani viszonyait kellően ismerjük. Azért is a következőkben hangképző szervünk egyes részeit először azok szerkezete és működése tekintetében fogjuk szemügyre venni, hogy azután az így szerzett ismereteink alapján az ének- és szóhang lényegét s előidézésének módját megismerni tanuljuk.

A fúvó ként szereplő két tüdő a mellűrt csaknem egészen kitölti. Köztük van felül a légcső, mely mindegyik tüdő számára egy-egy ágra oszlik. A légcső ezen oszlás helye alatt, ugyancsak a két tüdő közt foglalnak helyett a szív és a nagy véredények.

A mellűr maga egy tökéletesen zárt üreg, melynek fenekét a mellűrbe domborodó rekeszizom, oldalfalát a gerincoszlop a bordák és a mellest, felső tompa csúcsát pedig a nyak kezdete képezi. Ez ürön vezet keresztül közvetlenül a gerincoszlop előtt a lágy engedelkeny fallal bíró nyelőcső, előtte a légcsővel, melyen át a körlevegő a mellűrben elhelyezett tüdőkkel közlekedik.

A légcsőről mondtuk, miszerint mindegyik tüdő számára egy-egy ágra — hörgre — oszlik. Ezen hörgők a tüdők állományában tovább és tovább ágaznak el, végre a legkisebb hörgöcskék a tüdők úgynevezett légshólyagcsáiban végződnek. A légshólyagcsák szövete erősen ruganyos, innen van, hogy a légbefúvás által vagy más okból tágított tüdő előbbeni térfogatára azonnal visszahúzódik, mihelyt a tágító erő hatni megszűnt. Ugyanezen szövet a hörgők és légcső falában is megtalálható, csak hogy itt, ezen ruganyos szövet körül még félmérföldnél nagyobb porczyűrűk is vannak, melyeket lágy részek kötnek össze egymással. A porczos váz nyilván arra való, hogy a légútját a tüdőkbe állandóan nyitva tartsa.

Ha élő egyént tekintünk meg, azt is látjuk, hogy annak mellette változtatva tágul és szűkül, azaz: az illető be- és kilégzik. A jelen alkalommal nem kutatjuk azt, valjon e légzőmozgásoknak életünk fenntartása körül mi szerepe van, bennünket most csak az érdekkel tudni a levegő miképen jut a tüdőkbe és mi szorítja ki ezek-

ből. Erre vonatkozólag pedig meg kell emlékeznünk arról, hogy a bordák mozgékony léczek, valamint hogy a mellűrt a hasürtől elválasztó rekesz a légzés szünete alatt a mellür felé domborodik. Bizonyos tekintetben akaratunk befolyása alatt álló izmok segédelmével képesek vagyunk a bordákat emelni és a rekeszt a hasür felé lehuzni s ezek által a mellür térfogatát nagyobbítani.

De midőn a mellür nagyobbodik, a tüdőállomány a mellfalat követni és így levegőt magába beszívni kénytelen. A mellűrt teljesen kitöltő tüdők belső felülete tudniillik a légutakon át a körlevegővel közlekedik s azért ennek nyomása alatt is áll, külső felületüket pedig a mellfala borítja, mely a mellür térfogatának nagyobbodásakor a tüdőktől eltávozik s így ezen oldalról eszikken az ellentállás, e miatt kell tehát a tüdőknél belégzéskor a mellfallal együtt mintegy egész tágulni és levegővel jobban megtelni. Ezen a tüdők részéről a belégzés alatt tapasztalható viszony hasonló némileg ahhoz, a mit fúvón tapasztalunk, ha ürét tágítjuk, hogy levegővel megteljen. Megfordítva van a dolog a kilégzés alatt, mikor a mellűrt tágító izmok működése megszűnik, esetleg még a bordákat lehuzó, a mellűrt szűkítő izmok is tevékenységbe jutnak, ilyenkor a mellfal és a tüdők előbbeni térfogatukat visszanyerik és a mennyi levegőt az utóbbiak belégzéskor magukba beszívtak, ugyanannyi szorúl most ki belőlük.

A mellür ezen térfogatváltozásait tehát izomműködés eszközli. De ugyanezen izomműködés teszi a tüdőket képesekké arra is, hogy a hangadásnál mint fúvók szerepeljenek és a levegőt a hörgőkön át a közös légesőbe s innen az ennek közvetlen folytatását képező gégebe, hangadó szervünk nyelves sípjába, beszorítsák.

Hogy a hörgőket és légesövet a folytonos légáram ki ne szárihassa, ezek nyákhártyával vannak kibélelve, melyben mirigyek készítenek a nyákhártya nedvesen tartására.

A tüdők levegőjét vezető légeső közvetlen folytatása a gége. Ennek működését csak szerkezetének teljes ismerete mellett vagyunk képesek megérteni, azért kénytelenek is leszünk a gége leírásánál a részletekbe valamivel jobban belebocsátkozni.

A gége szilárd vázát is úgy mint a légesőét, porcok alkotják. Csakhogy ezen porcok itt nem félív hanem a célúnak megfelelőleg igen különböző alakúak. Nevezetesen négy porc az, mely

a gége alkotásában kiválóan résztvesz és figyelmünket különösen megérdemli.

Az egyik közülök az egész gégeváznak mintegy alapját képezi. a többi porc körülötte csoportosúl, vele van összeköttetésben, azért neveztetik is alapporcznak — *cartilago cricoidea*. Ezen porcot épen úgy kötik össze lágy részek a légesővel, mint a légeső egyes porcióit egymással. Az alapporc alakját méltán szokás egy pecsétgyűrűhöz hasonlítani, hátrafelé a nyelöcső felé fordított szélesebb lappal és előre tekintő megkeskenyedett körívvel. Az alapporcra négy ízület felület van; egy-egy minden oldal külső felületén és kettő hátul a porc lapja előtt a felső lejtős szél két oldalán.

Az oldalt levő ízületekkel ízületes összeköttetésben áll a gége második páratlan porca a feszítőporc — *cartilago thyreoidea*. A gége azon legnagyobb porca ez, mely az ismert ádamsutkát — *Pomum Adami* — alkotja, mely tehát a tapintó ujjal az élő gégen is könnyen kitapintható. Két közel négyszögű porclemez előre álló széleikkel összenövéséből keletkezett. Mindkét lemez meglehetősen magas; az általuk bezárt lágy részeknek tehát jó védői lehetnek. A két porclemez közel 90° -nyi szög alatt van egymással összenöve és két hátsó széle alsó végén egy-egy kis szarvnak nevezett nyújtvánnyal bír, mely az alapporc külső oldalrészeinek ízület felületeivel ízületes összeköttetésben áll. Ezen két ízületben a feszítőporc az alapporcra forgó mozgást végezhet egy a két ízületen keresztül húzott vízszintes tengely körül.

Hasonló csak nagyobb két szarv van a két lemez hátsó szélének felső végén is. Ezen két szarvtól kiinduló szálak a gégét a nyelvesonttal kötik össze.

Az alapporc felső szélén hátul levő két ízület felülettel végre egy-egy porc ízül, ezek az állító porczok — *cartilagines arytaenoideae*; három oldalú piramis alakkal, felső hegyesebb véggel. A három oldal közül az egyik befelé néz és alsó szélén az úgynevezett hangszálag nyújtványba — *processus vocalis* — megy át; a többi kettő közül az egyik hátrafelé, a másik előre tekint, mindkettő alsó széles végeinek találkozási helyén van azon ízület felület, melyen az állítóporczok az alapporc felső szélével ízületesen összefüggnek. Ezen ízületekben a két állítóporc forgó mozgást végezhet egy függőlegesen álló tengely körül, mi által azok hangszálag-nyújtványai, vagy

az érintkezésig közeledhetnek egymáshoz, vagy eltávozhatnak egymástól, sőt alkalmas izomműködés a két állítóporez egész belső felületét az érintkezésig képes egymáshoz közelíteni.

A forgó mozgáson kívül a feszítő- és állítóporeczok a négy izületben csúszó mozgás is végeznek.

Mint a légesövet, úgy a gége imént leirt porezvázát is finom nyákhártya béleli ki. A nyákhártyában ruganyos szálak erős rétege található, mely itt két ruganyos hártát — a hangszálagokat — alkotja. Annyira túlnyomó e hangszálagokban a ruganyos szövet, hogy a nyákhártya egyéb alakelemeit, mint a nyákmirigyeket, egészen kiszorítja helyéből. A gégeben ezen hangszálagok az állítóporeczok hangszálag-nyújtványaitól indulnak ki s csaknem vízszintes síkban haladnak a feszítő-poreczok két lemeze által képezett szeglete felé, melyhez odanöve vannak; belső egymás felé néző szélök szabad, külső szélök pedig a feszítóporecz alsó- és az alapporecz felső szélének megfelelőleg a gégét kibélelő nyákhártyába megy át. Ezek a gégének mint nyelves sípnak nyelvei.

A gége hangadó készüléke tehát lényegében két ruganyos lemezből áll, ezeket hozza a kiáramló lég rezgésbe csak úgy mint a harmoniumon a fémnyelveket.

A két hangszálag, mint láttuk, elől a feszítóporecz két lemeze által képezett szeglethez, közvetlenül egymás mellett, tapad oda, hátrafelé mindinkább szétter egymástól, míg csak az állítóporeczok hangszálag-nyújtványát el nem érik, melyekhez odanöve vannak; a hangszálagok közti rés — glottis — tehát háromszög alakú, hegyes csúcsa a feszítóporecz által képezett árokban, közel 5 mm. széles alapja pedig az állítóporeczok mögött az alapporecz lemezén van. A hangszálagok ezen helyzete mellett az út a tüdőkbe és vissza folytonosan nyitva áll, mint a hogyan, ez a légzés zavartalan fenntartása czéljából multhatatlanul szükséges is. Azonban ily körülmények közt az áramló lég a hangszálagokat rezgésbe hozni nem képes. Azért megy a nyugodt légzés csendesen végbe, hang nem kíséri.

Arra, hogy a légáram a hangszálagokat rezgésbe hozhassa, ezeket jobban közelíteni kell egymáshoz s ezt végzik az állítóporeczok, Midőn tudniillik ezeket függélyes tengelyük körül úgy forgatjuk, hogy hangszálag-nyújtványaik egymással érintkezésbe jutnak a két hangszálagot is majdnem az érintkezésig közelítettük egymás-

hoz. A hangszálagok közt esetleg még fennmaradt keskeny rés a glottis vocalis. E mögött, az állítóporeczok és az alapporecz lemeze közt, még egy nyitott háromszögű lik marad fenn, mely a hangadással semmi viszonyban nincsen és mely mivel rajta keresztül levegő zárt glottis vocalis mellett is áramolhatik, glottis respiratorianak neveztetik. Midőn a géégében hang szól ezen glottis respiratoriat is elzárjuk az által, hogy magukat az állítóporeczokat is szorosan egymáshoz szorítjuk; ez azért szükséges, hogy a tüdőkből kiszoruló levegő a glottis vocalison kitörni és ez által a hangszálagokat rezgésbe hozni kénytelen legyen.

Az állítóporeczok feladata tehát a hangszálagokat beállítani úgy, hogy a köztük átáramló levegő által lengésbe jutva, a levegőt magát rezgésbe hozhassák épen úgy, a mint azt a harmonium nyelvei is teszik.

De mi hangot nem csak adni tudunk, hanem ezen hangot magasságában módosítani is képesek vagyunk. Ez történik mint alább részletesebben kifejtteni fogjuk, a hangszálagok különböző fokú megfeszülése által, melyet a feszítóporecz eszközöl. Ezen poreczról mondtunk, hogy két alsó szarva az alapporecz hátsó oldalfelületeivel izületes összeköttetésben áll és hogy a porecz egy ezen két izületen keresztül vezetett vízszintes tengely körül forgó mozgást végez, valamint hogy ezen izületben egyenesen előre és vissza is csúszhatnak. Ha tekintetbe vesszük, hogy a hangszálagok előre irányított vége a feszítóporeczhoz hozzá van növe, úgy világos, miszerint a porecz ezen mozgásai mellett a hangszálagok feszülése változni fog.

Az állító- és feszítóporeczok imént leírt mozgásait az illető poreczok között elhelyezett izmok közvetítik. Ilyen két izom a két állítóporecz közt — *musculus aryaenoides transversus* és *obliquus* — valamint egy az állítóporeczok és az alapporecz közt — *musculus crico aryaenoides lateralis* — közelíti a két állítóporeczot egymáshoz, eszközli tehát a hangszálagok szükséges közeledését, valamint a glottis respiratoria elzárását. Ezek hűdése hangtalansághoz vezet.

Más a feszítő- és alapporecz között található izom — *musculus crico-thyreoides anticus* — a hangszálagok megfeszülését végzi.

Ezekon kívül van még egyéb izom is a géégében közel hasonló fontos szereppel. Így van egy izom az alap- és állítóporecz közt — *musculus crico-aryaenoides posticus* — melynek feladata a hang-

rést ha kell a rendesnél erősebben tágítani. Egy másik széles lemezszerű izom — *musculus thyreo-arytaenoides externus* — vezet a feszítőporcz szegletének alsószélétől az állítóporezhoz, s ugyan egy ilyen a hangszálagok belsejében — *musculus thyreo-arytaenoides internus seu vocalis* —, mind kettő rövidülése által a megfelelő hangszálagot ellazítani fogja.

A hangszálagoknak nyugalmi helyzete tehát olyan, mely mellett különös izomműködésre szükség nincsen; ezt foglalják el a hangszálagok a rendes nyugodt légzésnél, ehez hasonlít helyzetük a hülában is. Ezen helyzetből kiindulólág lehet a felsorolt izomműködés segedelmével a hangrést szűkíteni, a hangszálagokat egymáshoz egészen az érintkezésig közelíteni és megfeszíteni annyira mint azt az adni kívánt hang magassága megkívánja; e mellett vagy egyedül a glottis vocalist zárjuk vagy vele együtt a glottis respinatoriát is. Végre ugyan csak izmok képesítenek arra is, hogy mély s erőltetett légvételekkor a hangrést rendes tágasságánál még jobban kinyitni tudjuk.

A mi hangképző szervünk többi részeit illeti, van még egy mély táskaszerű kiöblösödés (a *Ventriculus Morgagni*) közvetlenül a hangszálagok felett, melyben a hangszálagok lengéseiket szabadon végezhetik. A Morgagni-féle öblök felett pedig két a valódi hangszálagokkal majd nem párhuzamos nyákhártyaredő képezi az *álhangszálagokat* — *ligamenta thyreo-arytaenoidea superiora*. — Ezen álhangszálagok alsó a Morgagni-féle öbl felé fordított oldalán, úgy mint az ezen öblöket kibélelő nyákhártyában is, felette sok mirigy van, melyek váladéka a légáramnak annyira kitett valódi hangszálagokat a kiszáradás ellen megvédi.

Az álhangszálagok felett a gége hátúl a nyelöcső kezdetével nyílik össze, oldalt apró poreczok — a Santorini és Wrisberg-féle poreczok — járúlnak hozzá a gégebemenet nyitva tartásához, elől pedig van a gégefedő.

A gégefedő egy kanálalakú porecz, széles lemezzel és vékony nyéllel, melyeket nyákhártya von be. A porecz nyele a feszítő porecz szöglete felett egy ezen utóbbi poreczot a nyelvcsonttal összekötő szálagba — *ligamentum hyo-thyreoideum medium* — van benőve. A gégefedőt arra szolgáló izmok lehúzzhatják annyira, hogy a glottist teljesen elzárja és a lenyelendő anyagok a gégefedőn át a gége me-

gett levő nyelőcsőbe becsúsztatnak. Rendesen tudniillik a gége nyitva és a nyelőcső zárva van, csak nyelés közben változik meg ezen viszony úgy, hogy a bemenet a gégebe záródik a nyelőcső felé pedig megnyílik. Különben a gégefedő legalantabban van ha mély hang meg szólal, s annál inkább emelkedik minél magosabb hangra megyünk át.

Noha minden embergége a fentebbiekben felsorolt részekből áll, az egyes emberek gégeje egyénileg mégis különbözik egymástól. Ezen különbség csekély lehet ugyan, de azért mégis benne van az emberek hangjának azon teljesen jellemző sajátságának oka, mely által ismert egyéneket már azok hangja után is felismerünk. Egyébiránt feltűnőnek fogjuk ezen különbséget találni ha nő- és férfigégét egymással összehasonlítunk. A nő gégeje kisebb, ennek megfelelőleg rövidebbek és vékonyabbak hangszálagai is; a nő hangszálagainak közép hossza 1.35 Cmt. Férfinál a gége nagyobb, a feszítőporczok szeglete hegyesebb s előre álló — Pomum Adami, — a hangszálajok megfelelőleg hosszabbak; a férfi hangszálagai 1.9—2.9 Ctm. hosszúak.

Ezzel az egész gége szerkezetét áttekintettük volna, át legalább annyira, mint mennyire az hangadó szervként működésének ismeretére múlhatlanul szükséges volt. Még csak azt kell megemlítenünk, hogy vannak más szervektől a gégehez menő izmok is, melyek feladata összehúzódásuk által a gégét mint egészet mozgatni. Így nevezetesen jön egy izom a mellestől a gégehez — *musculus sternothyroideus* — egy másik pedig megy a gégétől fel a nyelvcsontozathoz — *musculus hyothyroideus*, — melyek hivatása összehúzódásukkor a gégét lehúzni illelőleg felemelni.

Hogy pedig csakugyan a gége azon szerv, melyben a hang támad az rég óta ismerve van, már Hippokrates tudta, hogy közlekedés a tüdőleg s körlevegő közt a gége alatt a légeső sértése következtében, hangtalansággal jár. Közvetlenül bebizonyította a gége hangadó képességét Ferrein midőn kutyának kivágott gégéjén a hangszálajokat egymáshoz közelítette s a gégebe erősen befűjt és tiszta hangot hallott; majd ugyan ezen kísérletet embergégén is kísértették meg s ott is hasonló sikerrel. A kísérlet különben könnyen ismételhető. Legegyszerűbben oly módon, hogy a gége hátsó falát, az alapporczot, egy kis faléczhez odaerősítjük, az állító porczokat egymáshoz közelítjük, például úgy, hogy czérnával mindkét porcz körül egy

közös hurkot vetünk s ezt meghúzzuk, végre még a feszítő porczon is a hangszálagok felett czérnát vezetünk át, melynek meghúzása által a hangszálagokat megfeszíteni lehet. Az így előkészített gége, fúvóval összekötve s légáramot belé hajtva, megszólal. Ha embergégét vettünk a kísérletre a hallott hang az ember hangjára emlékeztető lesz. Több bizonyosságot nyertek ezen következtetések még azáltal, hogy sikerült embergégébe betekintést nyerni s a hangrés elzárását és a hangszálagok rezgését hangadás közben közvetlenül megfigyelni. Alkalmat nyújtottak erre oly emberek a kik öngyilkossági szándékból gégájukat a hangszálagok felett vezetett metszéssel megnyitották. Azonban teljes világot a gégeében hangadáskor végbenemő változásokra csak a gégetükör felfedezése hozott.

A gégetükör egy mintegy 135° szög alatt hosszú nyélhez erősített kicsiny tükrök, melyet az erősen nyitott szájjűrön keresztül a torokürbe bevezetünk. A tükrök természetesen használat előtt 30—40° C.-ra felmelegítették, ne hogy a kilégzett levegő vízgőze lehűlés következtében a tükröt bevonja és ezáltal hasznavehetlenné tegye. A szájürbe a vizsgáló még közepén átlikasztott homorú tükrökkel fényt vet be. Ezen fény a kis gégetükörrre esik, innen a gégebe vettetik s ezt megvilágítja. A homorú tükrök likán keresztül néző vizsgáló ezen megvilágított gége tükröképét fogja tehát a gégetükörben látni.

Vannak a gégén kívül hangadó szervünkhez szintén tartozó még egyéb szervek melyek a gégeelőtt vannak és melyeknek az ember a hangadásnál jó hasznát veszi, ha nem is oly mértékben mint a gégének. A gégeből kiáramló levegő tudillik mielőtt a körlevegőbe jutna a torokba — pars istmica — kerül honnan még a száj illetőleg orrürön keresztül menni kénytelen.

A torok a nyelőcső közvetlen folytatása s mint ilyen nyák-hártyából és ezt körülvevő izomelemekből áll. Fentt a koponyaalap-hoz, alant a nyelvcsont-hoz van hozzánőve s ez által folytonos nyitvamaradása biztosítva; előfelé a szájürbe és orrürbe folytatódik. A szájürbe átmenete helyén szűkíti a toroknyílást a szájürt az orrürtől elválasztó szájpada hátsó szélétől lenyúló inyitorla, a nyelvhat gyöki része és a gégefedő.

A szájűr alakját és nagyságát különösen a benne fekvő nyelv határozza meg. Csukott száj mellett a nyelv csaknem egészen kitöltheti a szájűrt, nyitott száj mellett ellenben, vagy csukott száj mellett is ha a szájűr fenekét izmai lehúzzák, igen tág lehet. Természetes, hogy a levegő a szájűrön át csak akkor fog eltávozhatni ha az ajkak nyitva vannak, vagy pedig oly gyöngéden zárva, hogy a légáram rajtuk keresztül törni képes.

A szájűr felett folytatódik a torok az orrűrbe, mely szilárd fal által két egyenlő részre van választva. Egyébként is az orrűr alakja meghatározott, izomműködés által nem változtatható meg úgy, mint a szájüre.

Mindezen részek valamint a nyelv, a fogak és ajkak részletes leírásától eltekinthetünk, minthogy ezek úgy is a mindenki által leginkább ismert testrészeinkhez tartoznak. Egyedül ezek akustikai jelentőségét illetőleg volna néhány szavunk.

A légutaknak a hangszálagok felett elhelyezett részeit a sipok toldalékos csöveihez szokás hasonlítani, mi lényegében helyes is, csak hogy míg az orgonánál, a klarinett- s hasonló hangszereknél a toldalékos cső változásával a hang magassága is megváltozik, addig a torok,- száj- és orrűr a gége által adott hang magasságára ilyen befolyással nincsen. Egyedül a hang hangzata változik ezen toldalékoscsőben történő változások miatt; azt hogy valamely hang orrhang vagy nem, hogy tiszta vagy tompa hangzatú, azt a toldalékoscső okozhatja de magasságát megváltoztatni nem képes.

Tagadhatlan az is, hogy a toldalékoscső segedelmével a hangnak irányt adunk, arra fordúlunk beszédközben arra irányítjuk a szájnyílást, a mely irányban akarjuk hogy szavunkat jól hallják, sőt ha kell a kezeknek a száj előtt két oldalt tartásával igyekszünk ezen hatást még tovább fokozni is.

A toldalékoscső legfőbb szerepe mindenesetre a beszédhangok kiejtése körül van, mi tudniillik a toldalékoscső alakját igen sokféleképen tudjuk megváltoztatni. Képesek vagyunk például a szájűrt a levegő elől elzárni és ezt egyedül az orrűrön távozásra kényszeríteni, mit azáltal eszközünk, hogy az ínyvitorlát lebocsátjuk és a nyelvháttal szoros érintkezésbe hozzuk. De tudjuk, ugyancsak akaratunk befolyása alatt álló izomműködés segedelmével, az ínyvitorlát egészen vízszintes helyzetbe is hozni s ez által az orrűrt a torok-

tól teljesen elzárni és a tüdőleget egyedül a szájürön át a körlevegőbe kibocsátani; ajkaink segedelmével, a nyelv hely- és alakváltozásával is módosítjuk a toldalékosos alakját a mi mint látni fogjuk a magánhangzók kiejtésénél nevezetes fontossággal bír, sőt egyenesen a hang minőségét meghatározza. Azon mozgékony lágy részeknek köszönjük, hogy a szájürt különböző helyeken szűkíteni vagy ha kell elzárni is tudjuk, sőt az ínyvitorlát a nyelvet és az ajkak magukat hangadó rezgésekbe is hozhatjuk; mindezek által zörejek támadhatnak, melyek különböző betűkre egészen jellemzők s melyek nélkül a beszéd lehetséges nem volna.

* * *

Ha visszatekintünk az eddig mondottakra úgy hangadó szerünkben nyilván olyan hangszerre találtunk, mely minden tekintetben a nyelvessípokkal megegyezik. A fúvó szerepét a tüdők, a szélháda-ét a hörgők és légeső, a sípét a gége viszi. A hangot két ruganyos hártya, a valódi hangszálagok, rezgése okozza. Azonban míg a zenében használatban levő nyelvessípok minden egyes hang számára külön hangolt sípval bírnak, addig a hangszálagokban adott egyetlen nyelv egy maga alkalmaz a különböző hangok adására. Lehetséges ez azért, mert képesek vagyunk a hangszálagok helyzetét, azok megfeszülésének fokát, izom működés segedelmével a szükség szerint megváltoztatni; további feladatunk lesz már most magát az emberi ének- és beszéd hangot s a feltételeket melyektől egyes sajtáságai függnek közelebből megtekinteni.

Mint minden zenehangnak úgy az énekhangnak is három jellemző tulajdonsága van, ezek a hang magassága, ereje és színezete vagy hangzata.

A mi illeti a hangmagasságot úgy az emberi gége által adható hangok a nagy E és háromvonalos c_3 között találhatók meg, tehát mintegy 4 nyolczadra terjednek ki; ezen alól a nagy F_1 -ig és túl a háromvonalas f_3 -ig csak ritka énekes hangja terjed. Azonban egyes egyének hangköze $2 - 2\frac{1}{2}$ nyolczadnál nagyobb közre csak ritka esetben szokott kiterjedni. E szerint a hanglejtőnek említett 4 nyolczadán belől esik minden egyén hangjának két nyolczadra terjedő hangköze. A legmagasabb hangokat adja a gyermek kicsiny gégeje a legmélyebbeket a férfi-é.

Mint ismeretes, az emberi énekhangban a hangmagasság szerint 4 osztályt szokás megkülönböztetni, ezek

a mélyhang	mely	E -től f^1 -ig
a tenor	„	c -től c_2 -ig
az alt	„	g -től f_2 -ig és
sopran	„	c^1 -től c_3 -ig

terjed. Természetes, hogy egyes egyének hangjának terjedelme azon osztály határait, melyhez tartozik fel- vagy lefelé való irányban, túl is lépi vagy el sem éri. Így kisebb terjedelmű a gyermekek énekhangja mint a felnőtteké. Fiú hangja a 8—14 életéven belől 7—9 hangra szokott kiterjedni, leányoknál az éneknél értékesíthető hangok terjedelme a 6-ik életévben már 9, a 8—10-ikben 13 és a 13-ik életévben már 16 hangot foglal magában. Később a gége kivált férfinál gyorsan nő s evvel nem csak hangjának hangzata hanem magassága is változik; a hang érdeesebb s mélyebb lesz és eléri azon terjedelmet melyre a felnőtt ember hangja kiterjedni szokott. Azonban itt sincs megállapodás. A későbbi kor változásokkal jár, melyek miatt nem csak a hang kellemes volta s ereje csökken hanem terjedelme is kisebb lesz. A gégeporczok a bennök végbemenő csontosodási folyamat miatt veszítenek ruganyosságukból, az izmoknak az agg korral járó sorvadása miatt a hangszálak megfeszülése sem lehet ezen korban olyan erőyes mint volt.

Ha azt kérjük, hogy a gégében miféle változások eszközlik az énekhang magassági változásait, úgy vissza kell emlékeznünk arra, hogy zeneműszereink hangjának magassága általában a hangadó test lengési sebességétől függ, minél nagyobb a valamely nyelvensíp nyelve által az egy másodperc alatt végzett rezgések száma, annál magasabb a hangja is és megfordítva

E szerint az ember énekhangja a hangszálak rezgéseinek száma szerint lesz különböző magas. Így, hogy az énekhang hanglejtőjének legmélyebb hangját az E -t adják a hangszálakoknak 1 mp. alatt 80 lengést kell végezniök és hogy az ember hanglejtőjének legmagasabb hangja a c_3 megszólaljon arra a hangszálak részéről ugyan annyi idő alatt 1024 lengésre van szükség.

A hegedűhúrokon tett tapasztalatokról tudjuk azt is, hogy ugyanazon anyagból készült húr hangjának magassága a húr hossza, megfeszülésének foka és vastagsága szerint változik. Ugyanaz

a húr ugyanazon feszülési fok mellett annál magasabb hangot ad, minél kisebb része a húrnak tesz hangadó lengéseket; és épen úgy végez valamely húr hasonló hosszúság mellett annál szaporább rezgéseket, minél inkább van megfeszítve; végre pedig tapasztalati tény az is, hogy a megfeszítés azonos foka és a hurok hasonló hosszúsága mellett a vékonyabbik húr szaporábban leng és így magasabb hangot is ad mint a vastag. Ugyan így van a dolog azon nyelves sípoknál is, melyeknek hangja a légáramnak a nyelv által történő megszakításából származik, mert a légáram időszakos megszakítását a nyelv mozgásai eszközlik, ezek határozzák meg a lengések számát és így a hang magasságát is. Az énekhang magassága tehát függ a hangszálagok hosszától, vastagságától és azok megfeszülésének fokától.

Hosszú hangszálagok mély, rövidek magas hangot adnak. Férfi hangszálagainak hossza a nő hangszálagainak hosszához úgy aránylik mint 3—2-hez. Innen van, hogy a férfi hangja általában mélyebb a nő hangjánál, és hogy a gyermek hangja magasabb a felnőtt hangjánál.

A hangszálagok megfeszülési fokának befolyását a hang magasságára Müller J. kimetszett gégen tett szép kísérletei bizonyították be. Müller tudniillik a feszítő porczot súlyokkal terhelte meg és ez által a hangszálagokat a súlyok nagysága szerint különböző fokban feszítette és képes volt ily módon, ugyan azon egy gégen egyedül a feszítő súly nagyságának növelése által, a hangok egész sorát ais-tól dis₃-ig előállítani.

Hogy rendes viszonyok között a hangszálagok feszülését a gége izmai eszközlik erről már a gége izmainak ismertetése alkalmával szóltunk. Ezen kívül azonban feszítheti a hangszálagokat még a tüdőkből kiszorított lég nyomása is. A tüdőkből kiszoruló lég a hangszálagokat maga előtt alúlról felfelé nyomja és ez által feszíti. Innen van, hogy énekesek, midőn olyan magas hangon akarnak énekelni, a melyre hangszálaikat izmaik segedelmével beállítani már nem képesek, a tüdőlégnomás fokozódását veszik segítségül; hangjuk e miatt igen könnyen kiáltó lesz. Ugyan azért látjuk hogy haragtól indulatos hangon beszélő ember hangja könnyen a legmagasabb hangokba csap át. Ezen körülmény magyarázza azt is, miért bírjuk hosszabb időig kitartani a mély mint a magas hangokat; azon na-

gyobb légnyomás mellett tudniillik, mely a magas hangok éneklésekor szükségképen igénybe vétetik, a levegő is a tüdőkből gyorsabban áramol ki és a szükség új lég felvételére hamarabb jelentkezik mint mély hangok éneklése alkalmával, midőn a hangszálagok kevesebbé vannak megfeszítve a tüdők felől reájuk gyakorlott légnyomás kisebb.

Végre a hangszálagok vastagságát illetőleg tapasztalati tény, hogy vastagabb hangszálagok épen úgy adnak mélyebb hangot mint vastagabb húrok. Gégehurut alatt a hangszálagok nyákhártyája duzzadt s ilyenkor mindég mélyebb is az ember hangja mint különben lenni szokott. De sőt a hangszálagokban elhaladó *musculus vocalis* egyenesen képes a hangszálagok rezgő szabad széleit a szükség szerint vastagabbá vagy vékonyabbá tenni.

A zenehang második sajátsága a hangereje hangszereinknél a hangot adó test lengésnagyságától függ. A hegedűhúr hangja annál erősebben hallszik minél nagyobb közön belől végzi rezgéseit; a nyelves sípok hangja erősebben szól ha nagyobb erővel nyomjuk a levegőt a nyelvfelé, a gége megfigyeléséből pedig kitűnt, hogy ezen viszony itt is ugyan az.

Cagniard—Latour-nak alkalma volt egy légesősipolyos egyénen, kinek légesőve a gége alatt a nyakon kivezető szabadnyílással bírt, a légnyomást közvetlenül megmérni, mely alatt az illető beszéd illetve ének közben a levegőt a tüdőkből hangszálagai felé szorította. Ezen vizsgálatok alkalmával kiderült, hogy közép magas-hang éneklésekor a légnyomás 160, erős kiáltáskor pedig 945 mm. víznyomásnak felelt meg. A hangszálagoknak gégetükkörrel megfigyelésekor pedig egyenesen látni lehet mint végeznek a hangszálagok kihatóbb lengéseket midőn erősebb hang megszólal.

Ugyanazon hatás tehát, mely a hangszálagok megfeszítése fokát növelni alkalmas, nagyobbítja egyúttal az énekhang erejét is. Midőn azért valamely hangot erősebben énekelünk a hangnak egyszerűs mind magasabbá emelkedni s midőn halkabban mélyebbre leszállani kellene. Ezen lehető hibát azonban javítja az, hogy ugyanakkor midőn a légáram erejét növeljük, mert forte akarunk énekelni, gégeizmaink megfelelőleg ellazítják hangszálagainkat, és megfordítva a piano-ba való átmenetnél, midőn a légnyomás kisebbedik, erősebben megfeszítik azokat.

Könnyen lehet erről meggyőződni kimetszett gégen tett olyan kísérletek által; melyeknél a hangszálagok megfeszítése súlyokkal történik. Ugyan is, hogy a hang magasságát megtartsa, mialatt a légnyomás növelése által piano, crescendo majd forte szól, a feszítő súly tetemes kisebbedése válik szükségessé.

Van ugyan a hangerő növelésénél közreműködő egy másik tényező még, az úgy nevezett együttthangzás. A megszólított hangvillát például alig halljuk míg kezünkben van, olyan halkan szól, ellenben erős lesz hangja mihelyt ládájára vagy valamely asztal lapjára állítjuk oda; a láda levegője vagy az asztal lapja a hangvillával együtt rezgésbe jön s ez növeli a hallott hang erejét. Ezen együttthangzás az énekhangnál azonban sokkal kevesebbé jön tekintetbe mint a hangvillánál vagy a legtöbb egyéb hangszernél is; bár nem lehet tagadni, hogy az ember hangja is, mialatt a gégében szól, a hangadó szerv levegőjét, nevezetesen a tüdőkben és légcsővekben foglalt levegőt sőt magát a mellfalat is ilyen együttthangzásra indítja. Erős mellkas és ép tüdők ezért is kiválóan szükségesek az erős hangok létrehozására.

Ezek után áttérhetünk az ember hangja harmadik tulajdonságának a hang színezetének vizsgálatára és előidéző okainak jellemzésére. Ezen tekintetben pedig mindenek előtt a hangadásnak azon két nemére kell tekintettel lennünk, melyet a mellhang és fej- vagy falset-hang neve alatt megkülönböztetni szokás.

A mellhang mélyebb s erősebb mint a fejhang. Mialatt a mellhangon való éneklés vagy beszéd mondhatni semmi fáradságunkba nem kerül, addig a fej hangok létrehozása a gégében a feszülés és megerőltetés érzetével jár. A mellhangokkal a mellür levegője jön együttthangzásba, úgy tetszik mintha a hangok a mellürből jönnének. Ha kezünket mellhangon szóló egyén mellére tesszük kezünk érzi az illető mellének rezgéseit, azért nevezik épen ezen hangot mellhangnak. A mell ezen rezgése annyira nagy szokott lenni és némely hangra nézve oly annyira jellemző, hogy süketnémák a mondott szót megértik, ha kezüket a beszélő mellére teszik. Másként van a dolog midőn fejhangon szólunk. Ilyenkor a toldalékoscső és környezetének (a torok,- száj- s orr-ür) levegője jönnek a hanggal együtt rezgésbe és nem a mellüre; úgy tetszik mintha a hangok hangadó szervünknek sokkal magasabb helyén erednének, innen nevezük ezen hangot fejhangnak is.

Ezen kétféle hang említett különbségeinek oka mindenek előtt a gégeben keresendő, azon szervben tehát melyben a hangok keletkezni szoktak. A gége közvetlen megfigyelésekor kitűnik, hogy az mélyebben áll midőn mellhangon énekelünk mint ha fejhangon szólalunk meg. Kimetszett gégen mellhangot előidézhetünk ha a hangszálagokat egész kiterjedésükben rezgésbe hozzuk, fejhangot ellenben csak ha a hangszálagok szélét engedjük rezegni. Teljes világosságot ezen dologba azonban csak a gégetűkör alkalmazása hozott. Kitűnt ugyan is, hogy midőn mellhang szól akkor nemcsak a hangszálagok rezegnek egész kiterjedésükben hanem még maguk az állítóporczok is. A két hangszálag egymáshoz nagyon közel áll sőt az állítóporczok belső felületei teljesen érintkeznek egymással. Ettől egészen eltérő képet kapunk midőn fejhangon éneklő egyén gégejét nézünk meg gégetűkörrel. A hangszálagok vékony lemezek, melyek jobban el vannak távolítva egymástól mint a mellhangnál, úgy hogy közöttük egy elliptikus rés nyitva marad; nem is rezegnek egész hosszukban hanem csak mellső részeikkel hátsó végeik szorosan egymáshoz vannak illesztve s a hangképzésben nem vesznek részt. Azt is lehet gégetűkörrel látni, hogy az erősen megfeszített hangszálagok tényleg csak belső szélükkel rezegnek, mit azon körülmény magyaráz, hogy a némileg nyitott hangrésen át a levegő könnyebben szabadúlhat ki és azért az erősen megfeszített hangszálagoknak csak szabad szélét képes lengésbe hozni, míg midőn a hangszálagok a glottisnyílást csaknem egészen elzárják, mint a mellhangnál, a levegőnek hogy kijusson, az útját álló hangszálagokat egészben lengésbe hoznia kell. Ez oka annak is, hogy miért nem bírjuk a fejhangot olyan sokáig kitartani mint a mellhangot.

Ezen kívül hogy a mondott módon minden ember mellhangon vagy ha úgy akarja fejhangon szólalhat meg, vannak az egyes emberek ének- és beszéd hangjának még egyénileg olyan sajátosságai is, melyek által azok egymástól lényegesen különböznek úgy annyira, hogy oly embert, a kinek hangja előttünk ismeretes hangja után megismerni képesek vagyunk. Hasonló ez azon tűneményhez, melyet különböző hangszereinken is tapasztalni lehet; ezeket is képesek vagyunk hangzatuk nyomán egymástól megkülönböztetni.

A zenehangok azon jellemző csengését, mely által a hangszert melytől a hang jön felismerni képesek vagyunk tudvalevőleg legin-

kább a zenehang alaphangját kísérő felhangok okozzák. Ezek különböző volta és egyenlőtlen erőssége eredményezi a zenehangok eltérő csengését vagy hangzatát. Hozzájárul még hogy minden hangot zöreij kísér mely a hangszer szerint különböző, mely igaz hogy olyan gyenge, miszerint ha figyelmünket nem különösen fordítjuk reá, észre sem vesszük, de még is elegendő erős arra, hogy a megszólalt hangnak sajátos jellemző hangzatot kölcsönözzön. Így midőn hegedűhúrt vonóval indítunk hangzásra, a vonó szőreinek a húron dörzsölése a hegedű hangjait illetőleg épen oly jellemző zörejt eredményez, mint a milyen jellemző a fuvola hangjára nézve a befúvott légáram által okozott dörzszöreij.

Az ember hangja is ugyanezen körülmények által nyeri jellemző hangzatát. Számos felhang kíséri az ember hangját, melyek a hang ereje szerint különböző számmal és erőben jelentkeznek és részben mások midőn a levegő a száj- és orrütről keresztül eltávozik mint midőn csak az orrűrt vagy csak a szájűrt használjuk a lég kibocsátására. Számos zöreij is kíséri az ember hangját s lényegesen segítségünkre van a hangok megkülönböztetésénél. Ismeretes hogy mennyire meg változik az ember hangja ha például valamely eddig meg volt fogát elveszti. Ezen zörejek többnyire gyengék és azért nagyobb távolságra meg sem hallhatók. Innen van hogy ismert egyének hangját nagyobb távolságból meg ismerni sem bírjuk.

Ezekon kívül befoly hangunk csengésére még számos egyéb mellék körülmény is. A gyermek hangja például bizonytalan és gyakran kiáltó, mivel a gége izmainak használatára szükséges gyakorlata még nincsen; a nő hangja, gyöngédebb hangszálagai miatt, lágyabb kevésbé erőteljes mint a férfié, de az utóbbi is az aggkorban, midőn az izmok sorvadnak, erőtlen lesz.

Ezen helyen megemlékezhetünk végre még a hangremegésről vagy tremulirózásról, melynél nem annyira a hang magassága mint ereje gyorsan ingadozik, Merkel szerint a hangerejének ezen ingadozása 8–18-szor ismétlődik 1 mp. alatt, oka a hangszálalaknak az állítóporeczok hirtelen hátrahúzása által okozott rezgésében van. Ilyen rezgésbe a hangszálalakok kivált erős lelki felindulások alkalmával jutnak, azért szokás a hangremegést is erős kedély rázkódtatások kifejezésére felhasználni.

Az eddigiekben hangadó szervünket mint az énekhang okozóját tanúltuk ismerni, hátra van még hogy azt mint a beszédképzés szervét is közelebbről megtekintsük.

Az énekhangnál magától értetődő dolognak tekintettük azt, hogy a tüdőkből kiáramló levegő szolgál a gége hangszálagainak rezgésbe hozatalára nem pedig a belégzési mozgás alatt befelé irányult légáramlás, mely azon célra tényleg tökéletesen alkalmatlan. A beszédnél is rendesen így van a dolog, de lehet itt kivételesen a belégzést is felhasználni. Így akadt Kempelen a műveletlen emberek között csacska aszonyokra a kik a beszéd és pörölés nagy hevében, nehogy egy pillanatot is elveszítsenek, belégzés közben egész mondatokat elmondtak. Azonban a beszédnek ily kivételes esetben képződéséről mi eltekinthetünk és azért a következőkben kizárólag a betűknek kilégzés alatt képzésére leszünk tekintettel.

Egy további a beszéd és énekhangközt fenn álló lényeges különbség még abban van, hogy beszélni suttogva is képesek vagyunk míg suttogó hangon énekelni nem tudunk. A suttogva beszédnél a gége hangszálagai nem szerepelnek hangadólag, az igen gyengén kiáramló levege dörzsölése az egymáshoz csak kevésbé közelített hangszálagokon zörejt okoz és ezt használjuk fel a beszédre. Sőt sugdosni lehet még akkor is, midőn a gégen keresztül levegő nem is áramol ki. Oly emberek kikhú a gége kóros változás miatt teljesen el van zárva és az által tartatnak életben, hogy a gége alatt készített nyíláson át vesznek lélegzetet, szintén képesek sugdosni annyira, hogy megértjük őket; az ajkak és arcizmok közreműködésével csekély légáramot okoznak, a mely elegendő a sugdosva beszédnél szükséges zörejek előidézésére.

Ebből egyúttal látjuk, hogy a beszédnél nem egyedül a gége szerepel, hanem hogy itt a toldalékoscső részei lényegesen közreműködnek. A fennhangon beszédnél, nemcsak tiszta gége hangok szólnak, hanem hozzájárulnak a légutak több helyén előidézett zörejek, esetleg az orr vagy szájür levegőjének velehangzása útján keletkező hangok is. Midőn tudniillik a gégeben megszólaló hang olyan helyekre jut melyeken más testeket, például az orr- vagy szájür levegőjét együtt hangzásra indítani képes, az ezen helyen az együtthangzás folytán megszólaló újhang az eredetileg szóló gégehang hangzatát megváltoztatja és ezáltal több beszédhang keletke-

zésére ad okot. Ilyen a szájür levegőjének együtthangzása által létrehozott beszédhangok az úgynevezett magánhangzók, az *a o u e i* valamint az *ö* és *ü*. Az orrür levegője együtt hangzik az *n* és *m* kiejtésekor.

A hangképző szervben támadó és a beszédhangokra nézve jellemző zörejek a gégében és szájürben erednek. Ezen zörejeknek többféle oka van. Így támadnak a gégehangtól egészen független zörejek ha a levegő a gégében vagy a nyelv és szájpad közt, vagy végre az ajkak között levő valamely szűkületen kiáramolni kénytelen; ezen zörejek a *h*, *zs*, *s*, *cz*, *z*, *sz*, *j*, *l*, *v*, *f*, hangzókra nézve egészen jellemzők; azért nevezzük ezen hangokat dörzshangoknak is. Épen úgy zörejt idéz elő az is ha valahol a hangképző szervben például a nyelvgyöke és ínyvitorla vagy a nyelv és szájpad vagy az ajkak között a légáram útját elzárjuk, így keletkeznek a *k*, *g*, *t*, *d*; *p*, *b*, mássalhangzók; ezek azért zárhangoknak is mondatnak. Végre pedig midőn az áramló levegő a hangadó szervben lévő valamely lágy részt remegésbe hozza, az ez által kiváltott erejében ingadozó zörejt az *r* hangzóra nézve lesz jellemzővé; az *r* azért remegőhang.

A nyelvünkben előforduló egyéb betűk mint látni fogjuk mind összetettek már s legalább két hangzó egybeolvadása útján jönnek létre.

Ezek szerint a gégében vagy hangképző szervünk toldalékos csövében előidézett hangok és zörejek képezik a beszéd azon elemi részeit, melyek egymással összeolvadásából a szavakat alkotjuk. Ezen elemi szóhangok között találtunk olyanokat, melyek tiszta gégehangok és egymástól csak annyiban különböznek, hogy a gégehanghoz a szájürben együtthangzás folytán keletkező egy vagy két különböző hang csatlakozik; ezek az úgynevezett magánhangzók. Ezekről a mindég a légutak valamely helyén keletkezett zörejt által jellemzett mássalhangzókhoz az átmenetet képezik az úgynevezett semivocal hangok, az *n* és *m*, melyek kiejtésénél a szájür zárva van és a levegő az orrürön át távozni kénytelen. A mássalhangzókat mind zörejt jellemzi ugyan, de vannak köztük olyanok melyek csak mint zörejt használhatók például az *r*, és olyanok melyeket mint zörejt valamint úgy is hogy a zörejhez hang csatlakozik használunk, az *az*, a zörejt okozó légáram a gégében

hol nem kelt hangot hol pedig kelti ezt; e szerint különböznek egymástól a kemény és lágy mássalhangzók. De lássuk ezen beszédhangok természetét és azok képződésének módját egyenként.

A magánhangzókat mint mondtuk az jellemzi, hogy a gégehanghoz még együtthangzás folytán a szájürben keletkező egy vagy több más hang is hozzá járul. Hogy ez lehetséges legyen a felemelt ínyvitorla a levegő előtt az utat az orrürbe elzárja. Ezen elzárás legtökéletesebb az *i* kiejtésékor, leggyengébb ha *a*-t mondunk. A levegőnek tehát a hangszálagoktól a szájnyílásig egy ürt kell bejárnia, melyet a torokür alsó része és az egész szájür alkotják. Ezen ürt alakját mi megtudjuk változtatni és épen ezen változásban van adva az ok arra, hogy a gégeben megszólaló ugyanazon magas hangon más más magánhangzót vagyunk képesek kiejteni.

A valamely zenehangot kísérő felhangok felismerésére mint ismeretes a Helmholtz által felfedezett ráhangzók szolgálnak. Ilyen ráhangzó például a hangvilla ládája, melyre illesztve a hangvillát ha megszólítjuk hangja azért hallszik erősen mert a ládában foglalt levegő a hangvillával együtt hangzik. Az ilyen ráhangzó levegője tehát együtthangzásba jön ha a neki megfelelő hang szól de különben nem. A ráhangzóknak jelenleg gömbölyű alakot szokás adni egy szélesebb és egy evvel szemben álló szűkebb nyílással, az utóbbi nyílás úgy van kihúzva, hogy a vizsgáló fülébe beilleszthető legyen. Ha ilyen ráhangzók nagy számmal rendelkezésünkre állanak és mi ezeket fülünkhöz tartjuk mialatt zenehang szól, úgy azon ráhangzóban halljuk a levegőt hangadó lengéseket végezni a mely az illető hang alaphangjának vagy valamely felhangjának megfelel. Ilyen ráhangzókkal történt tehát a magánhangzók elemzése is, mi az illetőkre nézve jellemző hangok felismeréséhez vezetett.

Midőn *a*-t mondunk a száj erősen nyitva van, a nyelv mélyen lent fekszik a szájürben, gyöke erősen hátrafelé húzódott, az egész toldalékos ürt tehát lehető nagy és tágas. Ezen ürt levegője *b*₂ hangon szólal meg midőn *a*-t kiejtünk. Ha a szájürnek egészen az *a* kiejtésékor elfoglalt alakot adjuk anélkül azonban hogy a gége megszólalna és a *b*₂-nek megfelelő hangvillát tartjuk a szájnyílás elé mialatt hangadó lengéseket végez, ez képes a szájür levegőjét együtt hangzásra indítani és az azelőtt alig hallható hangvillahang erősen hallható lesz.

Az *o* kiejtésénél a szájnyílás szűkebb mint az *a*-nál a ráhangzó száj-torokür egy nyolczaddal mélyebb hangon a b_1 -én szól.

Az *u*-ra való átmenetnél még inkább szűkítjük a szájnyílást, az ajkakát előre nyomjuk köztük csak egy szűknyílást hagyván fenn a kiáramló lég számára, sőt hogy a gégehanggal együttthangzó ür hosszát még inkább növeljük a gége is lejebb száll. Ez által a száj-ür mélyebb hangnak megfelelő ráhangzó ürré változott át, mely mint a vizsgálat kiderítette az *f*-nek felel meg.

Másképen idomúl a ráhangzó szájür midőn *e*-t vagy *i*-t mondunk. A szájnyílás ilyenkor ugyan egészen olyan alakú mint az *a* kiejtésékor lenni szokott, de az egy ürből két egyenlőtlen nagy ür lett, melyek egy szűknyíláson át egymással közlekednek. A nyelvhat ugyan is fel a keményszájpad felé emelkedik, miáltal egy nagyobb ür a nyelvgyöki része mögött a gége felett létesül, erre a nyelvhat és szájpád közt hosszantós rés képződött és ez előtt a nyelv és fogak között egy aránylag kicsiny második ür. Ez által természetesen két ráhangzó ür van adva, melyekben az illető magánhangzóra nézve jellemző két hang képződik.

Ha *e*-t mondunk a nyelv előrehúzódik, háta a keményszájpad felé közeledik, hegye az alsó fogsor középső fogaihoz, oldalai a felső-állkapocs oldalfogaihoz támaszkodnak. Az így képződött két ür közül a nagyobbik hátsó ürnek f_1 a kisebb mellsőnek b_3 hang felel meg.

Az *i* csak annyiban különbözik az *e*-től, hogy a nyelv még inkább előre jön és a keményszájpadhoz jobban közeledik úgy annyira, hogy a kettő között csak igen szűk rés marad fenn, mely még inkább szűkítve lesz az által, hogy a nyelv oldala a felső állkapocs fogainak belső széléhez meg a keményszájpad határos részeihez hozzásimúl. Végre a gégét is magasra emelik emelőizmai. Mindezek által a hátsó ür nagyobb a mellső kisebb, a megfelelő két hang közül az egyik mélyebb a második magasabb lesz mint *e*-nél. Ezen az *i* kiejtésénél a gégehanggal együtt szóló két hang az *f* és d_1 .

Ezen egyszerű magánhangzók összetett hangzói az *ö* és *ü*.

Ö-nél az ajkaknak az *o*-nál elfoglalni szokott állást, a nyelvnek pedig az *e* nél leírt helyzetet adjuk. A hátsó ürnek f_1 a mellsőnek cis_3 felel meg.

Az *ü* kiejtésékor az ajkaknak ugyanazon helyzetet adjuk mint

midőn u -t mondunk, a nyelvet azonban úgy idomitjuk mint i -nél. A toldalékoscső hátsó üre ilyenkor f -re mellső üre g_3 -ra van hangolva.

Mint említők a magánhangzók ráhangzókkal elemzése bizonyította be ezeknek az imént jelzett hangokból való összetételét. E mellett bizonyít azonban az is, hogy sikerült egyetlen nyelvésséppal a magánhangzókat utánozni az által, hogy a síp elé mialatt ez szólt különböző hosszú toldalékos csöveket állítottak; a leghosszabb toldalékoscső u a legrövidebb i hangot adott. Így idéztetnek elő a magánhangzók azon beszélő gépen is mely kevéssel ezelőtt itt bemutatva volt. Végképen kizárta a magánhangzók ilyen synthesisést illető minden kételyt Helmholtz hangvillákból alkotott úgy nevezett vocalkészüléke. Helmholtz tudniillik a B , b , f , b_1 , d_2 , f_2 , g_{is_2} , b_2 és d_3 hangon szóló hangvillákat hozott egyenletes állandó rezgésbe villamos áram segédelmével. Minden hangvilla elé egyszerűs mind a megfelelő ráhangzó is volt állítva, úgy azonban hogy ezek nyílását a szükség szerint megnyitni illetőleg elzárni lehetett. Midőn az alaphangot adó B hangvilla egyedül szól tompa u -t lehet hallani, az u tökéletes lesz mihelyt a B mellett b és f_1 is gyengén szólnak. Ha pedig b_1 erősen, vele együtt B , b , f_2 , d_3 gyengén szólnak szép o volt hallható; s így tovább.

Bizonyítékául annak, hogy a magánhangzók csakugyan tiszta hangok és nem zörejek felemlíthetők még azon tűkörképek is, melyeket a magánhangzók után a König-féle forgó tűkörben látni lehet. König tudniillik kis dobot szerkesztett, melynek ürét finom kaucsukhártya által ketté választott. A dob egyik felébe világító gázt vezetett be a honnan ez finom tühegnél nem nagyobb nyílással ellátott égon át kijutott hol meggyújtva finom kis lánggal égett. A dob második felének tágas nyílását vastag kaucsukcső hangfelfogó tölcserrel köti össze. Ha most a tölcserbe beszélünk a doburt ketté választó finom kaucsukhártya rezgésbe jön, rezgéseit a világító gázra ruhazza át és a kicsiny láng remegő mozgásba jut. Az égő gázláng ezen játéka felette gyors s azért közvetlenül meg nem figyelhető. Ha azonban előtte egy négy oldalú tűkröt forgatunk és abban nézzük a láng tűkörképét akkor mozgását igen szépen fogjuk megláthatni, míg a láng nyugodtan ég a tűkörkép egy fényes vonalnak felel meg, a mint azonban a tölcserbe hang jut a lángnak ezáltal okozott rezgései a tűkörképben finom emelkedések és mélye-

dések alakjában lesznek láthatókká. Ezen emelkedések szabályosak, ha egyszerű hang vagy zenehang szólal meg, egyenetlenül szabálytalanok, ha a lángot zörej hozza mozgásba. Midőn magánhangzó szól a tölcsérbe, a lángképen csakugyan felette szabályos emelkedéseket lehet látni, melyek egyúttal minden magánhangzóra nézve egészen jellemző alakkal bírnak.

Tudvalevőleg magánhangzót orrhangon kiejteni is képesek vagyunk. Ilyenkor a szájür előbb leírt jellemző együtthangzása mellett az orrür levegője is hangadó rezgésbe jut. Ez úgy történik, hogy a magánhangzók kiejtése alkalmával az út az orrürbe az invitorla nem zárja el teljesen, ennek levegője azért szintén hangadó rezgésekbe jut.

A magánhangzóktól a mássalhangzókhoz átmenetet képezőknek tekintetni szokott semivocalhangok, az *n* és *m* alkotásához szintén nem járul zörej. Ezeket úgy mint a magánhangzókat, a gégehangnak a légútak együtthangzása által okozott módosulása jellemzi, csakhogy ezen a gégehangot befolyásoló együtthangzás nem a szájürben foly le mint a magánhangzóknál, hanem az orrürben.

Midőn valamely magánhangzót orrhangon ejtünk ki és az orrnyílásokat kezünkkel elzárjuk, vagy midőn az orrnyákhártyája nátha miatt dűzzadt és az orrür levegője e miatt az orrnyílásokon át a körlevegővel alig vagy épen nem közlekedik, akkor a mondott hang tisztátalan tompa orrhangzatot nyer, daczára hogy a levegő a szájürön eltávozik. Az orrür tudniillik ilyenkor a légútak egy vak függeléke, melybe a gégeből kijutott levegőnek egy része bevetődik és együtthangzás útján azon tompa orrhangot kelti. Ehez épen megfordított viszony van az *n* és *m* kiejtésénél. Ilyenkor tudniillik a levegő csak az orrürön át távozhatik el, mert a szájür zárva van; a szájür szerepel tehát mint a légútak vakon végződő függeléke és az együtthangzás útján benne támadó hang csatlakozik az orrürben eredő hanghoz, mely épen az *n* és *m*-re nézve jellemző.

Midőn *n*-t kiejtünk a nyelv zárja el a szájürt és pedig úgy, hogy a nyelv hegye a felső állkapocs fogmeder-nyújtványához, vagy a kemény szájpadhoz támaszkodik, vagy végre úgy is, hogy a nyelv hegye az alsó állkapocs fogaira támaszkodva, háta pedig a felső

állkapocs fogáival zárja el a szájnyílást; midőn *m*-t mondunk ugyan-ezt teszik az ajkak.

A tulajdonképeni mássalhangzókat mint már említők zörejek jellemzik. Ezen zörejek több okból támadhatnak s e szerint megkülönböztetünk a mássalhangzók közt dörzshangokat, zárhangokat és remegőhangot.

A dörzshangok a levegőnek a tüdőből kiáramlása közben a a légutak valamely szűkületén dörzsölése útján támadnak a következő módokon.

Ha *h*-t mondunk, a szűkület, melyen a jellemző zörej támad, a géégében van. A hangrés tudniillik a rendesnél szűkebb, nem ugyan annyira, hogy a kiáramló levegő a hangszálagokat hangadó rezgésekbe hozni képes legyen, de mégis annyira, hogy a kilégzés alatt a *h* ra nézve jellemző dörzszörejt támadhat. Ezen *h* mindig hangtalan és kiejthető a száj részeinek bármely magánhangzónak megfelelő helyzete mellett. Ha például a *h*-ra magánhangzó következik, akkor a száj részei az illető magánhangzó kiejtésére nézve szükséges helyzetet már előre elfoglalják, a nyitott hangrésen át kiáramló lég okozza a megfelelő dörzszörejt, erre a hangrés azonnal záródik és a magánhangzó megszólal. Megfordítva van a dolog, ha a magánhangzó a *h*-t megelőzi; ilyenkor először hang szól a géégében s azután táguil a hangrés.

Számosak azon betűk, melyeket a nyelv által okozott valamely szűkületen kiáramló levegő dörzszöreje okoz.

Ha a nyelv a felső állkapocs metszfogai mögött mintegy 1 cent.-nyire a kemény szájjal felé emelődik és ott keskeny rést csinál, mialatt oldalai a felső állkapocs fogait érintik, a kiáramló levegő zöreje a *zs* hangnak felel meg. Midőn a nyelv hegye kevéssel előlrébb jut s ugyanilyen rést alkot, oldalai pedig a felső állkapocs fogaihoz és fogmeder-nyújtványaihoz hozzásimulnak, akkor az ezen résen át kisurranó levegő a kevésbé éles s betű hangot adja. A keskeny rést a nyelvhegye, de a nyelvháta is képezheti.

Ha a nyelv hegyét annyira előre tesszük, hogy a felső állkapocs metszfogainak fogmeder-nyújtványával alkotja a szűkeletet, a kiszoruló levegő dörzszöreje a *cz* mássalhangzót adja.

Ennél még valamivel előlrébb menve a nyelvvel, úgy hogy a szűkület a nyelvhegye és a felső áll metszfogainak belső felülete s fogmeder-nyújtványa közt képződik a nyert éles zörej a *z* betűnek felel meg.

Midőn végre a nyelvhegye az egészen egymáshoz közelített felső- és alsó állkapocs metszfogai közzé szorúlva okozza a szűkületet, az a nyelv és a felső áll metszfogai között kihatoló levegő a *sz* hangra jellemző zörejt támasztja.

Mindezen utóbbi három esetben a nyelv oldala úgy mint az *s* kiejtésénél is a felső áll zápfogainak és fogmeder-nyújtványának megfelelő részéhez hozzáfekszik.

Az *l*-nek megfelelő zörejt akkor halljuk, midőn a nyelv hegye s két oldala a felső áll fogaihoz és a fogmeder-nyújtványához hozzátámaszkodik, úgy azonban, hogy oldalt egy-egy rés nyitva marad, melyen át a levegő kiszorúl.

Vége ugyancsak a nyelv által okozott szűkületen támasztott zöreje a kilégzett levegőnek jellemző a *j* betűre nézve is. A nyelvhegye az alsó állkapocs metszfogaihoz támaszkodik, háta pedig a felső áll fogmeder-nyújtványához és a keményszájpadhoz közeledik úgyannyira, hogy oldalszélei a felső áll zápfogait érintik, akkor az azok között fennmaradt keskeny résen kiszabaduló levegő zöreje a *j* hangot adja.

A nyelven kívül betűhangra nézve jellemző szűkületet ajkainkkal is készítünk. Az ezek által okozott szűkületen kiáramló levegő az *f* és *v* betűk kiejtését teszik lehetségessé.

Az alsó ajak és felső fogsor közt alkotott ilyen szűkületen támasztott zörej adja az *f* betűt; a levegő a fogak szélén erősen zsurulódik, azért éles is aránylag a zöreje. Ellenben midőn a száj részeinek ugyanezen helyzete mellett, vagy akkor is, midőn a két ajak képezi a szűkületet, az okozott zörejt a gégében szóló hang is kíséri, a *v* betűhang lesz hallhatóvá.

A mellett, hogy a légútak valamely helyén készített szűkületen átáramló levegő zsurulódása egyes mássalhangzóra nézve jellemző zörejt okoz, támadnak ilyen zörejek, mint mondtuk akkor is, midőn vagy a légútakból kitörő lég áramlása a hangképző szerv valamely helyén képezett zár által hirtelen megszakítatik, vagy midőn a légáram az ilyen előre készített zárt áttörő. Ezen zárhangok kép-

zése czéljából az utat a légáram elől a szájür több helyén lehet elzárni.

Igy lehet a nyelvgyök és a keményszájpad hátsó része közt, vagy a nyelvgyök és a keményszájpad és lágyszájpad közt ilyen zárt alkotni, melyet ha a nyitott hangrésen hangtalanul kiáramló levegő áttöri a *k*-t, ha pedig ugyanez alatt a gégeben még hang is szól a *g*-t halljuk.

Más zörej áll elő, ha a nyelv által képezett zár nem annyira hátul van; ha például a nyelv a felső áll fogmeder-nyújtványához, vagy annak előfogaihoz hozzátámaszkodik és úgy zárja el az utat a levegő elől, mely midőn a zárt áttöri a *t*-nek megfelelő zörejt hallatja. Lehet azonban *t*-t akkor is kiejteni, ha a nyelvhegye az alsó állkapocs fogaihoz támaszkodik és háta képezi a felső áll előfogai-val s fogmeder-nyújtványával a zárt. Ez a cseheknek a *t*-je. Ha midőn a *t*-re jellemző zörejt okozza a kilehelt levegő a gégeben egyuttal hangot támaszt, akkor a *d* mássalhangzó szólal meg.

Erős zárt képezhetnek az ajkak is, melyeknek hirtelen megnyitásakor a *p* hallható lesz, ha a gégeben hang nem szól, mely azonban a *b*-nek megfelel, mihelyt gégehang kíséri.

Egy mássalhangzó végre, az *r* remegőhang, az által jó létre, hogy a kiáramló levegő a hangadó szervben lévő valamely lágy részt remegésbe hoz. Ilyen remegésbe hozható lágy részek maguk a hangszálalakok, az ínyvitorla, a nyelv és az ajkak; mindezek remegése az *r* hangot adja.

A gége *r*-je Brücke szerint úgy ejthető ki legkönnyebben, ha mind mélyebb hangon énekelve végre a hangszálalakok annyira el-lazúlnak, hogy csak egyes lökésekben rezegnek és a béka brekegésére emlékeztető zörej támad. Gégetükörrel látni lehet, mint végez-nek a hangszálalakok rezgő mozgást az *r* ilyen kiejtése alkalmával. A gége *r*-je különben nem szokásos.

Az ínyvitorla vagy nyelőcsap rezgése által adott *r* már inkább használtatik, különösen a francia nyelvben. Némelyek nálunk is finomabb *r*-nek tartják a nyelv által adható *r*-nél.

A nyelv *r*-je úgy támad, hogy a felfelé fordított nyelvhegye remegő mozgásba jut, mely alatt a felső áll fogaihoz és fogmeder-nyújtványához is hozzáütődik.

Az ajkak remegése által kiejthető *r*-t a beszédben nem használjuk, legfeljebb az undor kifejezésére fordítjuk, vagy kocsisok lovaiknak jelt adnak vele.

Ezek az egyszerű mássalhangzók. Két mássalhangzót különböző könnyűséggel lehet gyorsan egymás után kiejteni, némelyeket oly könnyen és oly sebesen, hogy teljesen össze is olvadnak egymással és egy betűnek vétetnek. Ilyen összetett betűink a *gy* (dj), *ly*, *ny*, *ty*, *cs* (ts), valamint az idegen szókban előforduló *q*, *x* és *y*; az összetevő betűk azok lassú kiejtésekor könnyen felismerhetők.

Tárgyunk véget ért, és örvendeni fogok ha az előadottakban sikerült önöknek némi betekintést nyujtanom azon mechanismusba, mely az ének- és beszédhang képzésénél hangadó szervünkben lefoly.
