

DR. LOCSMÁNDI MIKLÓS\*

## ABSZOLÚT HALLÁS, RELATÍV HALLÁS, JÓ HALLÁS, A ZENEI HALLÁS FIZIKÁJA ÉS PSZICHOLÓGIÁJA

### Fejleszthető-e az abszolút hallás?



([richpoi.com](http://richpoi.com))

Magánbeszélgetéseim során arra figyeltem fel, hogy az utóbbi években egyre jobban terjed az „abszolút hallás” kifejezés ismerete és használata. Zenészek és nem zenészek nyilatkoznak ismerősről, családtagról, sok esetben kiskorú gyerekekről, hogy „abszolút hallása van”. Az állítás környezetében aztán elhangzanak olyan mondatok is, melyek világossá teszik, hogy az illetőnek egyszerűen *nagyon jó* hallása van. „Amit játszom neki, azonnal visszaénekli.” „Hallás után bármit kipötyög, eljátszik” stb. Márpedig a nagyon jó hallás még nem abszolút hallás. Miután ez a félreértés – úgy tűnik – egyre jobban terjed, érdemes tisztába tenni a kérdés, mielőtt a fejleszthetőség kérdésében elmélyednénk.

A félreértés terjedésének egyszerű emberi oka van: az abszolút hallás említése mindig pozitív hangsúllyal történik, s aki nem ismeri a kifejezés pontos jelentését, könnyen azt hiheti, hogy az abszolút hallás egyszerűen olyan dolog, amit dicsérni, amivel dicsekedni lehet.

Az abszolút hallás egy valóban különös-különleges képesség, mely abban áll, hogy birtokosa a hangokat abszolút rezgésszámuk (frekvenciájuk) alapján képes felismerni, azonosítani, és adott esetben képes hangzó előzmények nélkül kiénekelni egy megadott hangot. Tehát, ha leütök a jól hangolt zongorán vagy megfújok egy jól hangolt oboán egy „egyvonalas Á” hangot, akkor az abszolút hallású határozottan felismeri, hogy „egyvonalas Á” hangot hall (ez a standard Á, melynek frekvenciája 440/sec), míg a nem abszolút hallású legfeljebb találgathat, hogy mit is hall. Ha pedig arra kérem, énekeljen egy D hangot, segítség nélkül pont azt fogja énekelni (bármely hangfekvésben)

Az abszolút hallás jelensége mögött azt kell látnunk, hogy az akusztikai hang, a **hangzó hang** az ember füle által közvetítetten az ember agyában **hallott hanggá**, hangmagasság élménnyé válik, éppen úgy, ahogy a különböző színek látása esetén a szín élménye az ember agyában jön létre. Az a gyermek, akinek senki nem tanította meg az alapvető színeket, az nem fogja tudni azonosítani a piros, zöld, kék, stb. színeket, különösen nem azok árnyalatait.

A hang-szín analógia is azt sugallja, hogy az abszolút hallás fejleszthető, sőt, kifejleszthető. A fejlesztés korai stádiumában a hallgató „nagyjából” azonosítani tudja a hangot, a fejlesztés folyamatában a „nagyjából” egyre inkább „pontossá” válik.

Az abszolút hallás fejleszthetősége nem általánosan elfogadott vélekedés.

A jelen sorok írója saját maga fejlesztette hallását. Eredetileg nem is az abszolút hallás kedvéért, pusztán kíváncsiságból tette ezt, oly módon, hogy volt egy „Á sípja” (ez egy kb. 3 cm hosszú, 8 mm átmérőjű kis fém síp, mely a standard Á hangot adja ki, annak idején a hegedűk hangolása céljából gyártották), s füttyüléssel próbálta visszaadni a síp által kiadott, hallott hangot. Ennek a gyakorlatnak sok hónapon keresztül ismételtetése során eljutott oda, hogy füttyüléssel egyre jobban meg tudta közelíteni a standard Á hangot, melyet aztán a síp megfújásával ellenőrzött. Itt észrevehető a hangzó hang észlelése és a speciális ajak-formálás közötti kapcsolat, mely nem más, mint két élettani jelenség összekapcsolódása az agyban: magyarul reflex. A fejlesztés további menetében aztán a hangsúly egyre jobban áthelyeződött a hangzó hangok felismerésére. Ezt a fejlesztési tevékenységet erőteljesen támogatta a konzervatóriumi szolfézs gyakorlat, melynek során a tanár a zongorán leütött sok véletlenszerűen kiválasztott hangból álló hangzatokat, s fel kellett ismerni, mi az, ami elhangzik. Hogy az abszolút hallás fejleszthetősége tanárom számára sem volt triviális, mutatja, hogy rendkívüli módon meglepődött, amikor több évtizeddel később elmondtam neki abszolút hallásom kialakulásának történetét.

Az abszolút hallás „veleszületett” jellegének hite azonban nem is annyira furcsa. Vannak, akik határozottan állítják, hogy abszolút hallásuk veleszületett. Ez azonban inkább hit. Az a tanuló zenész, aki folyamatosan jól hangolt hangszeren gyakorol, szándékolatlanul is olyan közeli kapcsolatba kerül a fizikai hangokkal, hogy egy idő után azt tapasztalja, hogy felismeri őket, tehát abszolút hallása van. Mivel semmit nem tett kifejezetten az abszolút hallásért, joggal hiheti, hogy veleszületett. (E sorok írójának nem volt ilyen hangszere, a gyakorló zongorák sohasem voltak jól hangoltak.)

A fentiek az abszolút hallás „viszonylagosságát” jelzik. Hogyan lehet az abszolút hallás viszonylagos? Ha a standard Á hangnál maradunk, a 440-es rezgésszámú hanghoz képest a 441-es vagy 439-es rezgésszámú nagyon hasonló, alig megkülönböztethető. Ha mindhárom egymás után halljuk, az azonosítás könnyű. De, ha – előzmények nélkül – csak egyet hallunk, nagyon

kifinomult hallásúnak kell lenni annak, aki megállapítja, hogy a három közül melyiket hallja. Az előzmények nélküliség fontos, hiszen, ha van egy viszonyítási alap, egy már elhangzott és ismert frekvenciájú (nevű) hang, hozzá viszonyítva egy másik (az európai hangzásvilágon belüli) hang könnyedén azonosítható.

Az abszolút hallás viszonylagosságának van egy másik aspektusa is. A hangok felismerésének képességét befolyásolja az is, hogy ismerjük a megszokott hangszer típusok (pl. hegedű, klarinét, trombita) hangját. Egzotikus hangszerek esetében a hang abszolút értelemben vett felismeréséhez általában meg kell ismerni (szokni) az adott hangszer hangjait is.

Ismét más aspektus. A zenei műveltség, a zeneirodalom alapos ismerete azt eredményezi, hogy a koncert repertoáron szereplő művek jó részét a zenehallgató jól ismeri, felismeri. Ha már felismerte a d-moll Zongoraversenyt, automatikusan azonosítja az elhangzó hangokat akkor is, ha a mű kissé alacsonyabban vagy magasabban szól a standard hangoláshoz képest. Ilyenkor az agy „úgymond” felülbíráhatja a fület, ennek következtében az adott mű hallgatása idejére az abszolút hallás „áthangolódik”. Ilyen csodákra is képes az emberi agy!

Még fontosabb az aktív abszolút hallás kérdése. Az eddigiekben döntően a „passzív” abszolút hallással foglalkoztunk. Ekkor az elhangzó hangok felismerése a feladat. Ennél fontosabb az „aktív” abszolút hallás, amikor az a feladat, hogy egy megadott nevű (pl. egyvonalas é) hangot emberi hangon megszólaltassunk. Ez a képesség a legkritikább. Különösen az énekesek esetében fontos, hogy adott hangot – nem igazán világos hangnemi azonosságú környezetben is – nagy biztonsággal, pontosan meg tudjanak szólaltatni. Gondoljunk pl. a Cantata Profana vagy a Kékszakállú szólóénekes szólamaira!

A laikus olvasó számára fontos tudni: a gyakorló, professzionális zenészek között is nagyon sok a pusztán relatív hallással rendelkező. Ez persze nem elmarasztaló velük szemben. Az európai zenekultúra éppen a relatív hallás elégségességére épít, pl. a szolmizáció gyakorlata is ezen az alapigazságon alapul.

Lépjünk tovább!

Az elmúlt századokban kristályosodott ki az európai hangzásvilág egyik központi sajátossága: maga a hangrendszer. Európában a fent említett standard Á hang képezi a hangok birodalmában az egyetlen eligazodási pontot. A zenekari koncert kezdetekor feláll az első oboista, és megfújja a standard Á hangot (az oboa különösen stabil a hangolási folyamatban, hangja tiszta, világos,

se nem túl alacsony, se nem túl magas, jól azonosítható), majd az egyes hangszer csoportok átveszik, mint etalont, és saját Á hangjukat ráhangolják.

A standard Á hang definíciója (440/sec frekvencia) tulajdonképpen egy nemzetközi megállapodás, „szabvány”. De alkalmazhatósága és alkalmazása nem lehet teljes körű.

A történelmileg nem elhanyagolható szerepet játszó orgonák – a napi használat során – nem hangolhatók, mivel a hangmagasságot meghatározó síp hosszúság nem módosítható. Ha bármilyen okból fel kell újítani és újra kell hangolni a sípokot, a hangolás döntően csak a sípok rövidebbre reszelésével történhet, a minimális mértékben történő meghosszabbításuk is nagyon komoly gyakorlati akadályokba ütközne. Emiatt az újrahangolt orgonák egy „árnyalattal” magasabban szólnak, mint azelőtt. Ez a folyamat, mely előbb utóbb minden orgonát elér, az évszázadok alatt egyre magasabbra „húzza” a standard hangolást, hiszen, ha a zene templomi zene, a zenészeknek az orgonához kell hangolniuk. Kimutatható, hogy az elmúlt évszázadokban az Á frekvenciája – a 440-es értéken történő megállapodásig – egyre magasabb lett. Végül is a mai standard Á frekvenciája ebben a folyamatban egy adott időpontban létrejött kompromisszum, mely nem biztos, hogy végleges.

Az olvasó már érezheti, hogy a terep ingoványos. Ráadásul a dolgot több közismert jelenség is bonyolítja.

Az analóg módon felvett zeneműveknél akár a felvétel, akár a lejátszás „fordulatszám” manipulálhatja a hangzást. Nagyobb fordulatszámnál a lejátszás magasabb, kisebbnél alacsonyabb hangokat fog produkálni. Más szavakkal: lehet, hogy a stúdió magnetofonja forgott lassabban vagy gyorsabban, lehet, hogy a lejátszóé, bizonytalanává válik, hogy mit is hallunk. A Bartók rádió műsorában elhangzó felvételek jelentős része felismerhető mértékben eltér a standard hangolástól. Ilyenkor – különösen, ha az eltérés nem jelentéktelen – az abszolút hallású hallgató zavarba jön, a zavar odáig súlyosbodhat, hogy az egyébként ismert zeneművet nem tudja azonosítani, mert a hangzás „valahogy nem stimmel”.

Ismét más aspektus. A hallgató elmélyült zenei műveltsége, a zeneirodalom alapos ismerete azt eredményezi, hogy a hallgató a koncert repertoáron szereplő művek jó részét felismeri. Ha már felismerte a d-moll Zongoraversenyt, automatikusan azonosítja az elhangzó hangokat a d-moll környezet hangjaival akkor is, ha a mű kissé alacsonyabban vagy magasabban szól a standard hangoláshoz képest. Ilyenkor az agy „úgymond” felülbíráhatja a fület, ennek következtében az adott mű hallgatása idejére az abszolút hallás „áthangolódik”: a hallgató d-nek hallja azt is, ami csak „majdnem d”. Ilyen csodákra is képes az emberi agy!

Egy másik jelenség ízléshez kötött. A tanuló hegedűsök kedvenc játéka, hogy gyakorlási időben kissé alacsonyabban vagy magasabban hangolják

hangszerüket. Ha lejjebb hangolják, a hang öblösebb, ha feljebb, fényesebb lesz. Ezt a jelenséget a koncertező zenészek és a stúdiók is ismerik, s bizonyos esetekben akár az egész zenekart kicsit feljebb hangoltatják, hogy a hangzás még fényesebb, még ércesebb legyen.

Lépjünk még egyet tovább!

A standard Á hang definíciója tulajdonképpen egy egész hangrendszerre vonatkozik. De ez a hangrendszer az ún. „*temperált*” hangrendszer. Miről is van szó?

Tekintsük példaként a zongora hangolását.

A hangolás kvintenként történik. Tehát, ha egy hangot, pl. a standard Á hangot pontosan 440 frekvenciára behangoltuk, következik sorban az É, H, Fisz, Cisz, Gisz, Disz, Aisz, Eisz, Hisz/C, G, D, és az utána következő kvint ismét Á. A kvintek tisztára hangolásával a „kiinduló” és „érkező” Á nem ugyanaz. Miért?

A kvint hangköz esetében a felső hang frekvenciája úgy aránylik az alsóéhoz, mint három a kettőhöz, a felső hang frekvenciája az alsónak 150 %-a. Ez az a frekvencia viszony, amelyet az emberi fül „tisztának”, „tiszta kvintnek” ítél. Ez a fajta „tisztaság” egy nagyon sajátos akusztikai és egyúttal pszichológiai fogalom. Amikor a hegedűsök (brácsások, csellisták, bőgősök) hangszerük négy húrját egymáshoz hangolják, csak és csakis fülükre hallgatnak, s azt a hangközt fogadják el tisztának, mely egy sajátos hangzás-effektust mutat. A zenész akkor érzi tisztának a két húr hangjának viszonyát, ha a frekvenciák aránya pontosan  $3/2$ . Ilyenkor ugyanis a két hang frekvenciája együttesen létrehoz egy ún. különbségi hangot, mely a két hang alsójának alsó oktávja. Tehát, ha pl. egy standard Á-hoz a felső, kétvonalas É kvintet hangolja, annak 660-as frekvenciájának kell lennie, és ehhez – ha a hangolás pontos, – nagyon halkán, de a zenész számára (talán nem is „hallható”, de) érzékelhető módon meg kell jelennie a 220-as kis Á-nak is. Ennek a mély hangnak az érzékelése jelzi a hangoló zenésznek, hogy a hangolás rendben van. Az „érzékelés” nem konkrét hang hallását jelenti, hanem a megszólaló hangok együttes hangszínének megváltozását: az együttes hangzás mélyebb, melegebb, bársonyosabb, „vastagabb” lesz. Azért kell a „hallása” helyett az „érzékelése” szót használni, mert valójában a zenész nem „hallja” elkülönítetten a „különbségi” hangot, de csak akkor hallja tisztának a hangolást, ha ez a hang megszólal.

Ha most elindulunk a zongora standard Á hangjától (miután pontosan behangoltuk) a felfele menő kvintek tisztára hangolásával (ez az akusztikusan tiszta hangolás) az alábbi frekvenciákat hangoljuk (egy felfele kvint után egy lefele kvartot hangolva, ami lényegében azonos eredményre vezet):

egyvonalas á

kétvonalas é	660
egyvonalas h	495
kétvonalas fisz	742,5
kétvonalas cisz	556,875
kétvonalas gisz	835,3125
kétvonalas disz	626,484375
kétvonalas aisz	939,7265625
kétvonalas eisz	704,7949219
kétvonalas hisz/háromvonalas c	1057,192383
kétvonalas g	792,8942871
háromvonalas d	1189,341431
kétvonalas á	892,006073

Látható, hogy a „kvint kör” nem a kiindulási á hanghoz ér vissza, hanem egy nála magasabb hanghoz. Az „érkezési” á hang frekvenciájának (892,006073) a „kiindulási á” kétszeresének (880) kellene lennie a 12 hangolási lépés következtében. Ha a 892,006073-at elosztjuk kettővel, az eredmény **446**, azaz „majdnem Á”, de ez a különbség már elég nagy ahhoz, hogy a hangszer hangzását a fenti módszert követő *akusztikusan tökéletes hangolás* tönkre tegye. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy „akusztikus” alapon a zongora (és az orgona és a hárfa stb.) nem hangolható be úgy, hogy a hangszer minden hangnemben ugyanazt a „hangzási tisztaságot” képviselje, hiszen ugyanannak a hangnak két frekvenciája (440 és 446) is lenne, ami nonszensz.

Amíg ennek a problémának megoldását nem ismerték fel, egy hangszer (pl. a csembaló) egy adott hangolással csak az alaphangolástól lefele és felfele 2-3 kvint-re levő hangnemekben volt használható. Pl. egy C alapra hangolt csembaló csak a G és D dúrban, ill. az F és B dúrban „szólt jól”. Ha valaki pl. egy É dúr darabot akart játszani, át kellett hangolni a hangszert É (vagy valamilyen közelebbi) alapra. Ezen változtatott Bach a „Wohltemperiertes Klavier” (Jól hangolt zongora) sorozathoz vezető felismerése révén.

Mit jelent a „jó hangolás” a gyakorlatban?

Ahhoz, hogy a kvint kör hangolásakor a 12-ik lépéssel visszaérjünk a kiindulási frekvenciához, mind a 12 kvintet egy kicsivel kisebbre kell hangolni. Ez a „csökkentés” még nem teszi zavaróan hamissá a kvintet, de képzett hallásúak érzékelhetik. Pl. a hegedű kis g húrjának hangja felismerhetően alacsonyabb a zongora kis g hangjánál, mivel a hegedűt akusztikusan, a zongorát temperáltan hangolják, de ez a rendkívül kis különbség (mindössze két kvint hatása) a hallgatót nem zavarja.

A „szabad füllel” (nem műszerrel) hangoló mester gyakorlatias megközelítése a következő: minden kvintet (a normál Á környezetében) úgy kell hangolni, hogy „másodpercenként 3 lebegést” érzékeljünk. Mi az a „lebegés”?

Láttuk korábban, hogy az egyidejűleg megszólaló két hang létre hoz egy u.n. „különbségi” hangot, melynek frekvenciája a két hang frekvencia különbségétől függ. A lebegés tulajdonképpen az emberi fül számára nem „hang”, de érzékelhető. Arra kell gondolnunk, hogy egyidejűleg jelen van két rezgés, két hullámvonulat, melyek felső és alsó „hullámhegyei” különböző időközökben jelennek meg, de a hullámhegyek bizonyos időközönként erősítik, máskor gyengítik egymást. Ebből következik egy ciklikus hang intenzitás különbség, melyet a fül megadott frekvenciájú „lebegésként” érzékel. A másodpercenként 3 lebegés tulajdonképpen egy kb. 3/sec frekvenciájú hangot jelent a zongora középső oktávjának hangolásakor. Az emberi fül ilyen „mély” hangot nem „hall”, de észlel. (Az egészséges fülű ember által hallott (és az agy által azonosított) legmélyebb hang frekvenciája 16-20).

Eljutottunk tehát odáig, hogy a „jól hangolt” hangszer egy kicsit „hamis”, de a hamisság mértéke bennünket, akik ebben a rendszerben nőttünk fel, nem zavar. Ezen a vonalon tovább is léphetünk: nem csak a kvintek lesznek egy „kicsit” hamisak, hanem a kvartok, kis és nagy tercek, a kis és nagy szextek is, amint azt később, a felhangok részletesebb tárgyalásakor látni fogjuk.

De mindez jól mutatja, hogy az abszolút hallás, mely a frekvenciák szinte műszer pontosságú felismerését jelenti, bizony valójában szinte sohasem működik „abszolút értelemben”. Nincs az az emberi fül, amely egy pontosan 440 frekvenciára hangolt Á mellett a „jól hangolt kétvonalas é” esetében azt mondaná, hogy az egy „icipicit” alacsony.

Mindezek a fejtegetések sajátos módon azt jelzik, hogy az abszolút hallás nem is olyan fontos, mint az „abszolút jó hallás”, hiszen a gyakorlatilag fontos esetekben nem egyes hangok akusztikai tisztasága fontos, hanem a hangok egymáshoz képesti tisztasága.

Lépjünk még egyet tovább.

A különbségi hangok nem csak a kvintek, hanem más hangközök esetén is „működnek”. A különbségi hangok egy sajátos rendszert alkotnak.

Ehhez tudni kell, hogy – a hangszer akusztikai sajátosságaitól függően – minden hangnak vannak felhangjai. Az egyes hangszerek hangzása közötti különbséget éppen az adja, hogy az általa kiadott „elsődleges” hangoknak milyen „felhang spektruma” van. Más szavakkal: fizikai – akusztikai értelemben a hangszerek nem egy egyszerű hangot adnak ki (ez lehetne az un. „szinuszos” hang), hanem különböző frekvenciájú és lényegesen eltérő intenzitású hangok együttesét. Az

egyres felhangok a hangszer adottságaitól függően erősebbek vagy gyengébbek, de az alaphangtól távolodva minden esetben gyorsan gyengülnek. A hang alapvető hallható magasságát az „alaphang” adja, színét a felhangok határozzák meg. Az aktív rezonancia testtel bíró hangszerek (pl. vonós hangszerek, zongora, emberi test) esetében a felhangok jelentősége fontos.

Az alábbi táblázat egy adott alaphang, pl. „nagy C” felhangjainak az alaphanghoz és a megelőző felhanghoz való arányát mutatja.

a felhang sorszám	a felhang értelmezése	a felhang és az alaphang frekvenciájának aránya	az adott felhang és a megelőző felhang frekvenciájának arány
1	alaphang + egy oktáv, „kis c”,	2 (kétszeres)	
2	+ egy kvint „kis g”,	3 (háromszoros)	3/2, 150 %
3	+ egy kvart „egyvonalas c”,	4	4/3, 133,3 %
4	+ egy nagyterc „egyvonalas é”,	5	5/4, 125 %
5	+ egy kisterc „egyvonalas g”	6	6/5, 120 %
6	+ egy „kicsi kis terc” „alacsony bé”,	7	7/6, 116,6 %
7	kétvonalas c,	8	8/7, 114,3 %
8	kicsit magas kétvonalas d	9	9/8, 112,5% --
9	kétvonalas é	10	és így tovább
10	kicsit magas kétvonalas f	11	
11	kicsit alacsony kétvonalas fisz	12	
12	és így tovább		

A táblázat legjobban értelmezhető oszlopa a harmadik. Ehhez tudni kell, hogy egy oktáv hangköz esetében a felső hang frekvenciája az alsó kétszerese. (Ez nem matematikai, hanem fizikai – akusztikai jelenség.) Látható, hogy az első felhang, egyúttal az első oktáv frekvenciája az alaphang kétszerese, a harmadik felhang, azaz a második oktáv frekvenciája az alaphang négyszerese, a hetedik felhang, azaz a harmadik oktáv frekvenciája az alaphang nyolcszorosa. A többi



felhangok egy fokozatosan sűrűsödő hangköz vonulatot mutatnak. A negyedik oszlop ezt a fokozatosan csökkenő arányt százalékosan is mutatja.

A felsorolás folytatható, de a felhangok intenzitása sorszámukkal gyorsan csökken. A folytatásban olyan felhangok jelennek meg (ha azonosíthatók), melyek „kilógnak” a tizenkét fokú hangrendszerünkben. Már a 6. felhang is ilyen: az 5. és 7. felhang által képzett kis tercet osztja két részre úgy, hogy nem érvényes a két kis szekund – egy kis szekund arány, tehát valójában az alaphang kis szeptimjénél kissé alacsonyabb. A 7. felhang után még nehezebben értelmezhető felhangok jelennek meg. A legérdekesebb jelenség az, hogy a hatodik (alacsony bé) és tizenegyedik (alacsony fisz) az alap hármashangzattal együtt az úgynevezett akusztikus hangsort (dó, re, mi, fi, szó, lá, tá) definiálják (közelítőleg), mely Bartók egyes műveiben (pl. Fából faragott királyfi bevezető zene) különös hangsúlyt kap.

A felhangok rendszerének legérdekesebb sajátossága az, ami az európai zenekultúra szempontjából meghatározó: az alaphang és első 5 felhangja kiadja a dúr hármashangzat hangjait, a harmadik, negyedik és ötödik pedig pontosan e hármashangzat egymással szomszédos három hangját adja. Ez azért is érdekes, mert a moll hármashangzatnak ilyen jellegű levezetése nem lehetséges. Zenetudósok ugyan felvetették, hogy a felhangok mellé bevezethetnénk az „alhangok” fogalmát is, így megkaphatnánk a moll hármashangzat definícióját is. Sajnos, ezt a tetszetős elvet a fizikai akusztika nem támogatja. Fontos, hogy a különbségi hangokat (melyek fizikailag léteznek) ne keverjük össze az alhangokkal (melyek fizikailag nem léteznek). Ettől még ugyanúgy gyönyörködgetünk a moll hangulatú zenékben, mint a dúr jellegűekben.

Lépjünk még eggyel tovább

Ha egy hangszeren akusztikai értelemben tisztán megszólal két olyan hang, mely valamely más hang két felhangjának minősül, a különbségi hang az adott „hangcsaládon belül van”, és az adott hangköz tisztaságát jelzi ugyanúgy, mint a kvintek esetében láttuk. Pl. egy nagy szext hangköz esetében a hangcsalád alaphangja az alsó hang alsó kvintje: egy egyvonalas g és kétvonalas é esetében a kis c.

Ennek a jelenségnek rendkívül fontos jelentősége van egyrészt a szóló vonós hangszereknél, másrészt a kórusoknál (elsősorban a női karoknál). Ha a hegedűs kettősfogásban egy kis vagy nagy tercet, kis vagy nagy szextet fog, esetleg ezeket hármas vagy négyes hangzatok keretében, játéka csak és akkor tűnik tisztának, ha a különbségi hangok „megszólalnak” (tudjuk: önállóan nem hallható, de érzékelhető módon). Pl. egy é-g együtthangzás esetén meg kell szólalnia (meg kell erősíteni a kettőshangzást) az alsó c hangnak. De ez a

jelenség némi problémát is takarhat. Ha a hegedűs „akusztikusan” tisztán játssza az é-g kettősfogást, megszólal halkán a c is. De mi van akkor, ha az adott zenei frázis é-moll környezetben van, sőt, más hangszeren meg is szólal az é-moll hármashangzat harmadik hangja, a h is? A valóságban a probléma nem releváns. A játékosnak akusztikusan tisztán kell játszania, a hallgató pedig nem fogja észrevenni a pillanatnyi súrlódást.

Azok a hegedűtanárok, akik ezt az akusztikai törvényt nem ismerik, tanítványaikat nem tudják az igazán tiszta hangzás felé terelni. A növendék pedig vagy rájön spontán módon erre a szabályra, vagy nem. E sorok írójának volt alkalma felvilágosítani konzervatóriumi szintű növendéket annak ellenére, hogy tanára a maga kategóriában közismert, kiváló tanár volt.

A frekvencia viszonyok pontos ismeretének különösen fontos szerepe van pl. a Bartók Egyenmű karoknál. Ezek a művek gazdag példatárát kínálják azoknak a harmóniai váltásoknak, amelyekben egy adott hangnak más hangokhoz való viszonyát annak megállapítására kell alapozni, hogy melyik hangot kell egy kicsit mélyebben vagy magasabban énekelni a „temperált” szinthez képest ahhoz, hogy a mű harmóniai világa adekvát módon jelenjen meg.

E gondolatmenetet folytatva megemlíthetjük, hogy vibráció jelensége is a különbségi hangokon alapul. A vibráció fizikai értelemben azt jelenti, hogy a hang magassága kis frekvencia intervallumon belül gyors ütemben ingadozik. A rezonancia test (akár a hegedű teste, akár az énekesé) az elhangzó hangot megőrzi arra a rövid időre, amíg egy vibrációs ciklus tart, így tehát egyidejűleg nem csak egy hangmagasság van jelen, hanem a frekvencia intervallumon belül minden frekvencia. Ezek a frekvenciák egymással (mindegyik mindegyikkel) különbségi hangokat képeznek. Mivel a primer hangok nagyon közel vannak egymáshoz, a különbségi hangok nagyon mélyek lesznek. Az emberi fül ezt a frekvencia kavalkádot úgy érzékeli, hogy a hang meleg, bársonyos, szín gazdag. E megfogalmazásból következik, hogy a vibráció esztétikai hatása akkor optimális, ha a frekvencia intervallum kicsi (a vibrációs mozgás nem széles) és a vibráció gyors.

E gondolatmenet lezárásakor meg kell említenünk, hogy a felhangok megszólaltathatók „önállóan” is. Ehhez sajátos körülmények szükségesek. Pl. ha egy zongora valamely mély hangját (pl. a nagy C-t) jó erősen leütjük lenyomott pedál mellett, majd a nagy C húrjait azonnal kézzel lefogjuk, hallani fogjuk a felhangokat. A magyarázat: a lenyomott pedál mellett minden húr szabadon rezonálhat az alaphang felhangjaira, az alaphang lefojtásával a rezonáló húrok szabadon zenghetnek, amíg le nem csengenek. Ebben az „akusztikai játékban” is van egy további „csavar”: az alaphang felhangjainak rezgésszáma – a temperálás következtében – nem pontosan azonos a felhangokra rezonáló húrok „saját frekvenciájával”, mégis rezonálnak. E jelenség mögött is azt kell látnunk, hogy a modern hangszerek hangja nem egyszerű hang, hanem sok egyidejűleg érvényesülő frekvencia komplex együttese.

Mit fejlesszünk, hogyan fejlesszünk?

A fentiekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az abszolút hallás jó dolog, de minél pontosabb, annál zavaróbb is lehet, elsősorban zenehallgatáskor. De azt a következtetést is levonhatjuk, hogy a fizikai hangok, felhangok, különbségi hangok gazdag világa rengeteg titkot tartalmaz, melyek megismerése csak nagyon komoly hallásfejlesztő gyakorlatok révén lehetséges.

A hallás természetesen fejleszthető, ezen belül az abszolút hallás is. A hallásfejlesztés módszerei már régen kialakultak, az azonban nem állítható, hogy gyakorlati használatuk intenzitása megfelelő. A hallásfejlesztés elsősorban a szolfézs órák feladata, és a szolfézs tanárok szorgalmasan gyakorolják is, de a fenti példák mutatják, hogy a hangszeres stúdiók keretében is sok lehetőség van.

A hallásfejlesztés elsősorban azoknál a szakoknál fontos, ahol a megszólaltatott hangok magasságát maga a zenész határozza meg, ezek: a vonósok és az énekesek. De megemlíthetjük a rézfúvós fanfárok műfaját is, ahol a pontos frekvencia viszonyok alapvetően hozzájárulnak a meggyőző hangzáshoz. A fanfárok előadásánál ugyanis nem a temperált, hanem az akusztikus hangzást kell preferálni.

Zárszóként

Témánk nem zárható le egy nagy ívű történeti visszatekintés nélkül. Az európai zenekultúra a jól azonosítható frekvenciájú hangokra (tehát nem zörejekre, nem gyorsan lecsengő, hanem huzamosan hangzó hangokra) épül. Ha a hang meghatározó frekvenciája egyértelműen azonosítható, két vagy több egyidejű hang között is a fentiekben vázolt akusztikai kapcsolatok keletkeznek. Ezek a kapcsolatok vezetnek a harmóniákhoz (lásd a felhangok által képezett dúr hármashangzat), a harmóniák a tonalitáshoz, a tonalitás pedig már a klasszikus összhangzattan alapfogalma...

Az első olyan hangszer, melyet kvint körben hangoltak, melynek 5 húrja volt, és melyet nem pengetéssel, hanem valamilyen vonószerű eszközzel szólaltattak meg, Mezopotámiában használták. A fennmaradt ékírásos táblák tartalmazzák a hangolásra vonatkozó szabályokat is. Az öt húr kvintkörben történő hangolása pedig egyenesen kiadja a pentaton hangzásvilágot: dó – szó – re – lá – mi....

**\*Dr. Locsmándi Miklós** középiskolai énektanár és karvezető, szoftverfejlesztő, fizikus.

**Iskolai végzettség:**

1967 Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem,  
középiskolai énektanár és karvezető  
1973 ELTE TTK, Fizikus  
1985 MKKE, Közgazdász informatikus,  
egyetemi doktor

**Munkahelyek:**

2000 Független szakértő különböző cégek  
- projektjeiben  
2001 Magyar Állami Operaház  
-  
2002  
1992 IDOM Kft., IDOM Rt., DTI Consulting  
- Rt.,  
2000  
1970 Kerinforg, Állami fejlesztési Bank, OTP,  
- Inter-europa Bank  
1991  
1965 Különböző zenész munkahelyek, Tiroler  
- Landestheater, Innsbruck  
1970