

Hudební fakulta Akademie múzických umění v Praze

Katedra klávesových nástrojů

Miron Šmidák

ABSOLUTNÍ SLUCH

Magisterská diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Emil Leichner

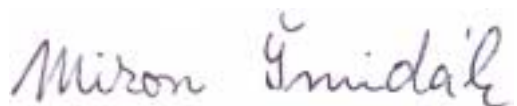
Oponenti: prof. Miroslav Langer, prof. František Malý

Praha 2005

Prohlášení diplomanta

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a v seznamu pramenů a literatury uvedl veškeré informační zdroje, které jsem použil.

V Praze dne 25. dubna 2005

A handwritten signature in cursive script that reads "Miron Šmidák". The ink is dark and the handwriting is fluid.

Miron Šmidák

English annotation

The theme of my diploma work is the phenomenon called Absolute pitch (or Perfect pitch), the rare ability to produce or recognise pitches without being given an external reference (support tone). It discusses the theory of absolute pitch and questions how do some people acquire this ability. Is it a developed phenomenon or is there needed genetic predisposition? According to the latest neurological and psychological analyses it describes the principles of the absolute pitch mechanisms and its physiological effects. It also mentions synesthesia (the relation of colors and tones) and the advantages and disadvantages of absolute pitch in practical experience. The written work includes the results of a survey I made amongst students of the Academy of Performing Arts Prague, the Musical faculty.

Obsah

- 4 Co je absolutní sluch
- 5 Kolik lidí má absolutní sluch?
- 7 Některé jevy spojené s absolutním sluchem
- 11 Jak vnímáme hudbu
- 14 Základní teorie absolutního sluchu
- 15 Zděděný nebo získaný?
 - Hledání genu absolutního sluchu
 - Souvislost s jazykem
 - Kritické období
- 25 Synesthesia – křížové smyslové vnímání
- 28 Je možné se absolutní sluch naučit?
- 29 Výhody a nevýhody absolutního sluchu
- 31 Shrnutí
- 33 Přílohy:
 - Poměr lidí s absolutním sluchem mezi hudebníky v závislosti na věku začátku hudební výuky
 - Typická kategorizace tónů lidmi s absolutním sluchem
 - Určování tónů lidmi bez absolutního sluchu
 - Studie mozkových reakcí u lidí s absolutním sluchem i bez něj
 - Průzkum mezi studenty HAMU
- 38 Použité prameny a odkazy

Absolutní sluch je schopnost, která je pro mnohé zahalena rouškou záhad. Není divu, do jisté míry stále zůstává tajemstvím i pro vědce a psychology, kteří ji zkoumají. Hudebníci s tzv. absolutním sluchem bývají občas mezi kolegy předmětem obav a zároveň dohadů, zda je jim v jejich práci k užitku nebo spíše ke škodě. Vedou se také debaty, kde se v člověku absolutní sluch bere, zda je možné se mu naučit, či zda se jedná o vrozenou záležitost. Vzhledem k tomu, že zmíněnou schopností sám disponuji a nadnesené otázky jsou tak pro mě doposud aktuální, rozhodl jsem se toto téma podrobně prozkoumat a věnovat mu tuto diplomovou práci.

Co je absolutní sluch

Absolutní sluch je vzácná schopnost identifikovat nebo vytvořit jakýkoliv určený tón bez pomoci tónu odkazovacího. Jinými slovy, člověk s absolutním sluchem má v mysli trvale a pevně zakotveny výšky tónové škály a dokáže k nim přiřadit jejich názvy, takže je schopen si kdykoliv požadovaný tón vybavit a zazpívat jej, případně slyšený tón okamžitě identifikovat.

Absolutní sluch je často dáván do protikladu k „relativnímu sluchu“. Relativní sluch je pak v tomto srovnání definován jako schopnost poznat nebo vytvořit určený tón pouze s pomocí opory – odkazovacího, základního tónu. Stavět absolutní a relativní sluch do protikladu však není úplně přesné. Relativní sluch je schopnost, které se hned na počátku učí každý muzikant. Znamená schopnost identifikovat nebo vytvořit *interval* mezi tóny. Pokud například zahrajeme člověku s relativním sluchem (školenému hudebníkovi) dva tóny, A a C, rozpozná, že jde o malou tercii, ale bez toho, aby byl schopen jmenovat některý z těchto tónů. Pokud mu prozradíme, že první tón se jmenuje A, jeho znalost intervalů a stupnic mu umožní pojmenovat správně i druhý tón. Na druhou stranu, pokud mu řekneme, že první tón je D, nebude mít důvod nám nevěřit a klidně identifikuje druhý tón jako F – tón, který je malou tercií k D – a nijak nepozná, že byl oklamán. Naproti tomu člověk s absolutním sluchem pojmenuje správně ihned oba tóny; pokud mu zahrajeme A a tvrdíme, že je to D, pozná, že to není pravda.

Ve vizuální oblasti je zde přímá analogie k barvám. I barvy, vnímané očima, jsou různými frekvencemi, stejně jako tóny, které vnímáme ušima. U barev jsou však lidé podstatně

šikovnější. Když lidé vidí červené jablko, běžně poznají červenou barvu a pojmenují ji, aniž by přitom potřebovali oporu v podobě vedle položeného zeleného jablka s nálepkou „toto je zelená“.

Ve zvukové oblasti však toto většina lidí nedokáže. Podle některých odhadů v USA a v Evropě na jednoho člověka s absolutním sluchem připadá více než 10.000 lidí, kteří jej nemají. Absolutní sluch je poměrně řídkým úkazem i mezi hudebníky.

Pojem „absolutní“ nesprávně vyvolává u laické veřejnosti představu citlivosti a přesnosti – tedy schopnosti určit nejjemnější rozdíly mezi dvěma tóny. Sami hudebníci s tímto nepřesným pochopením onoho pojmu pak někdy vyjadřují obavy před kolegou s absolutním sluchem, aby je nekritizoval, že hrají „falešně“. Obavy nejsou na místě – člověk s absolutním sluchem obecně nemá o nic jemnější sluch než ostatní lidé. „Absolutní“ zde znamená pouze nezávislý úsudek oproti nutnosti porovnávání.

Toto nesprávné pochopení se zrcadlí i v anglickém výrazu pro absolutní sluch: správným a odborníky užívaným anglickým výrazem je termín „absolute pitch“. V běžné řeči i v mnoha článcích se však místo toho používá jako synonymum výraz „perfect pitch“, Merriam-Webster's Dictionary uvádí oba dva termíny. Výraz „perfect pitch“ je ovšem zavádějící – nesprávně vyznívá tak, jako by se tato schopnost týkala citlivosti ve smyslu přesnosti ladění.

Kolik lidí má absolutní sluch?

Poměr četnosti výskytu absolutního sluchu v celé lidské populaci zatím nebyl zjištěn. Často citovaný a v úvodu zmíněný odhad 1 z 10.000 (Profita a Bidder, 1988) není založen na vědeckém výzkumu. Také údaje o jeho frekvenci mezi hudebníky se dosti liší. V literatuře najdeme odhady, že mezi hudebníky jím disponuje 3 až 9 % osob (Wellek, Révész).

Seriózním odhadům brání dva problémy:

- 1) typické testy absolutního sluchu mohou být zkoušeny pouze na lidech, kteří znají názvy jednotlivých tónů

2) absolutní sluch není vlastností, kterou buď máte na 100 % anebo vůbec, a tak není zcela jasně rozlišena hranice mezi absolutním sluchařem a třeba jen trénovaným hudebníkem. Navíc existuje několik variant absolutního sluchu.

Absolutní sluch, stejně jako jakákoli jiná psychická funkce, není neomylný. Je tedy těžké určit jeho hranice. Teoreticky by se za jakousi formu absolutního sluchu dala určit už jakákoli úspěšnost, která je vyšší než úspěšnost náhodná. Při použití dvanáctitónové řady by to tedy byla podmínka úspěšnosti větší než 1:12, tedy 8,3%. V praxi se však tento výsledek za absolutní sluch rozhodně nepovažuje. Lidé s absolutním sluchem jsou obvykle schopni rozpoznat 70% až 100% náhodně vybraných klavírních tónů (Miyazaki, 1988), přičemž většina z nich dosahuje právě oné 100% hranice.

Je však zajímavé, že dokonce i školení hudebníci *bez* absolutního sluchu obvykle vykazují při testech absolutního sluchu úspěšnost lepší, než jakou by dala pouhá náhoda 1:12. S jistou možností náhody správně identifikují až 40% (Lockhead a Byrd, 1981; Miyazaki, 1988). Proč tomu tak je, bude vysvětleno později.

Některé zdroje (např. Poledňák, 1984) opírající se o starší výzkumy uvádějí, že absolutní sluch se častěji a výkonněji objevuje u mužů než u žen. V současné době však neexistuje věrohodná studie, která by to potvrzovala. Moderní rozsáhlé testy absolutního sluchu neukazují mezi muži a ženami žádné rozdíly v kvalitě absolutního sluchu, ani v procentuálním či absolutním počtu. Podobně je zkoumán výskyt absolutního sluchu u praváků a leváků, ani zde zatím studie neukazují významné rozdíly.

Významnou skutečností je, že u některých národů asijské populace je procento lidí s absolutním sluchem mnohem větší, než v USA a Evropě. Podle některých testů, provedenými mezi hudebníky, jsou zde až propastné rozdíly – 60% oproti 14% v jedné věkové kategorii a 55% oproti 6% v jiné věkové kategorii. Tyto údaje jsou pro zkoumání původu absolutního sluchu zásadní a jejich pravděpodobná příčina bude rozebírána v následujících kapitolách.

Jak již bylo zmíněno, typické testy absolutního sluchu mohou být zkoušeny pouze na lidech, kteří znají názvy jednotlivých tónů. Existuje však teorie, podle které mnozí lidé mohou mít absolutní sluch, ale nemají o tom ani tušení, protože neměli žádné hudební vzdělání a

jednoduše si jen nezvykli jednotlivým tónům přiřadit nějaké slovní označení. Výzkumníci se pokoušejí vyvinout testovací metody, které odhalí absolutní sluch, aniž by byla nutná znalost not.

Jeden z takových testů provedl v roce 1999 prof. Daniel Levitin z University McGill, Montreal, Kanada. Pokusné osoby, nehudebníci bez absolutního sluchu, měly za úkol zazpívat začátek populárních rockových písní, které dobře znaly. Jednalo se o skladby existující v původní CD nahrávce, jež byla velmi často hraná v komerčních rozhlasových stanicích. Pokusné osoby tedy píseň slyšely dosti často a skladba přitom zaznívala vždy ve stejné tónině. V testovaném vzorku byly rovnoměrně zastoupeny písně začínající různými tóniny stupnice. Počáteční tóny, které pokusná osoba zazpívala, byly pak srovnávány s CD nahrávkou. Výsledky ukázaly, že 40% pokusných osob zazpívalo výšku zcela přesně přinejmenším v jednom ze dvou pokusů, 12% v obou pokusech a 44% s odchylkou dvou půltónů v obou pokusech. Z výsledků tohoto testu by bylo možné usoudit, že mnoho lidí může mít, byť do jisté míry zakrnělý či nevyvíčený, **latentní absolutní sluch**, což odporuje tradičním představám o exkluzivnosti absolutního sluchu.

Je tedy možné, že současné odhady poměru lidí s absolutním sluchem mohou být značně zkreslené. Průkazné testování absolutního sluchu u lidí bez hudebního vzdělání je však obtížné a tak v této oblasti dosud panují dohady.

Některé jevy spojené s absolutním sluchem

Absolutní sluch se neobjevuje v přímém vztahu s jinými hudebními schopnostmi. Skladatelé s absolutním sluchem (např. Mozart, Skrjabin, Messiaen, Boulez) nepsali nutně lepší nebo horší hudbu než skladatelé bez něj (Wagner, Čajkovskij, Ravel, Stravinskij).

Už ze samotné praxe se ukazuje, že absolutní sluch má několik druhů a forem. Většina lidí s absolutním sluchem je schopna identifikovat tóninu, ve které je skladba zahrána, případně i samostatné tóny (tzv. „**pasivní absolutní sluch**“). Ti nejlepší jsou pak schopni si sami vybavit a zazpívat jakoukoliv určenou notu, na kterou jsou dotázáni (tzv. „**aktivní absolutní sluch**“).

Někteří lidé jsou zase schopni pouze rozpoznat, zda jejich oblíbená skladba je zahrána ve správné tónině, anebo jsou schopni zazpívat ji v tónině správné. Protože někteří lidé mají schopnost absolutní sluch pouze ve vztahu k celým skladbám a ne k jednotlivým tónům, lze rozlišovat mezi „**absolutní sluch pro skladbu**“ a „**absolutní sluch pro tóny**“.

Lidé s vytříbeným absolutním sluchem jsou schopni tón nejen identifikovat, ale také určit tzv. výškovou kvalitu v jeho dané kategorii, tedy rozpoznat, zda je tón oproti standardní výšce určeného tónu mírně vyšší nebo nižší.

Běžnou schopností lidí s vytříbeným absolutním sluchem je také celistvé určování jednoduchých i složitějších akordů. Nejedná se zde o získání jednotlivých tónů akordu a následně řešení pomocí intervalové analýzy, ale o určení akordu „najednou“ a okamžité pojmenování (Fis dur, zmenšený od F apod.) bez přemýšlení o stavbě akordu.

Podobně lidem s absolutním sluchem většinou nezáleží na poloze tónů v tónové škále – dobře určují jak tóny v kontra-, tak v čtyřčárkované oktávě. Přesto, obecně vzato, každý člověk slyší lépe ve středních polohách, tam, kde neruší silně souznějící a disonující alikvótní tóny apod. Schopnost určovat tóny a akordy i za velmi ztížených podmínek poukazuje na míru kvality absolutního sluchu.

Nepravý absolutní sluch

Někteří lidé mají absolutní sluch pouze pro jediný tón. Jedná se o zapamatování určitého konkrétního tónu, který pak používá jako „ladící“ (referenční), a na základě své znalosti stupnic a vycvičeného relativního sluchu pak dokáží bez větší námahy odvodit ostatní tóny.

Někteří houslisté jsou například schopni si vybavit komorní A. Jinou možností může být zapamatování barvy tónů určitého nástroje. Zpěvák zase může mít nepravý aktivní absolutní sluch založený na zapamatování pocitu odpovídajícímu stavu svalového napětí v hlasivkách při jednotlivých tónech v rámci běžného rozsahu jeho hlasu. Pak se jedná spíše o svalovou paměť - napětí hlasového aparátu při zpěvu.

Tito lidé nejsou schopni stejného automatického rychlého rozpoznání tónů jako praví sluchaři. V testech je ovšem možné tento nepravý absolutní sluch od pravého rozlišit pouze v případě, je-li porovnávána i rychlost reakce.

Vliv hudebního nástroje

U některých lidí se absolutní sluch projevuje jen v případě, když mají určit výšku tónů hraných na nástroj, na který běžně hrají, nebo na nástroj, na který se začali učit v dětství jako první. Takový druh sluchu by se dal nazvat jako „**nástrojový absolutní sluch**“. Vnitřní vzor pro výšku tónu je u takových lidí spjat s určitým zabarvením tónu, charakteristickým pro určitý nástroj. Sluchař v tomto případě porovnává mnohoznačné znaky obsažené v unikátním spektru tohoto nástroje, aby dešifroval výšku tónu.

Již v počátcích výzkumu absolutního sluchu se ukázalo, že ze všech nástrojů je nejsnadněji určována výška tónů klavíru (von Kries, 1892). Je to údajně způsobeno tím, že tóny klavíru zároveň obsahují velké množství dalších akustických jevů nevýškového charakteru, jako jsou témbrové difference mezi tóny a neharmonické složky spektra. V experimentu, který prováděl Miyazaki (1989), se lidé s absolutním sluchem při určování výšky tónů hraných skutečným klavírem dopouštěli méně chyb než při identifikaci tónů hraných elektronickým keyboardem se synteticky vytvořeným klavírním zvukem. V jiném testu (Lockhead a Byrd, 1981), provedeném na klavíristech s absolutním sluchem, testovaní identifikovali 90% tónů hraných na klavír, ale pouze 60% tónů hraných na jiný nástroj. Odborníci začali tento jev nazývat „**absolutní klavír**“.

Naprostá většina lidí s absolutním sluchem však není vázána na žádný konkrétní hudební nástroj a dokáže rozpoznat i tóny s velkým podílem neharmonických složek (bicí nástroje s tónem určité výšky, různé klaksony apod.)

Černé a bílé klávesy

Mnohokrát bylo pozorováno, že výška tónů odpovídající bílým klávesám klavíru bývá nositeli absolutního sluchu určována lépe než výšky odpovídající černým klávesám (Takeuchi a Hulse, 1991). Jedná se nejen o menší počet chybných identifikací, ale také o rychlost rozhodnutí (reakční čas). Není však zcela jasné, proč k tomuto jevu dochází. Možné jsou

přinejmenším dvě vysvětlení. (1) Bílé klávesy tvoří stupnici C-dur, což je obvykle první stupnice, kterou se děti při hře na nějaký hudební nástroj začnou učit. (2) Další vysvětlení vychází ze skutečnosti, že během našeho hudebního života slýcháme o něco častěji tóny odpovídající bílým klávesám.

Simpson a Huron (1994) vidí skutečnost, že u bílých kláves je identifikace výšky daleko rychlejší než černých, jako důkaz toho, že absolutní sluch není vrozený, ale naučený. Odvolávají se na perceptuální *Hick-Hymanova zákon*, podle kterého rychlost reakčního času na určitý podnět odpovídá četnosti výskytu tohoto podnětu v okolním prostředí. Jelikož se tóny odpovídající bílým klávesám v naší hudbě objevují častěji než tóny černých kláves, lidé se je dříve a lépe naučí a zapamatují.

Absolutní sluch a ladění

Lidé s absolutním sluchem jsou vždy fixováni na určitou výšku ladění, nejčastěji spjaté s určitým nástrojem, např. používaným klavírem. Stává se tak, že si někdo vytvoří absolutní sluch na hudební nástroj, který je rozladěný (typicky podladěný klavír někdy i o několik tónů). Takový člověk pak může v pozdější praxi při určování tónů vykazovat větší počet chyb, zvláště ve stresových situacích.

Lidé s absolutním sluchem to ale nemají úplně lehké ani co se týče standardizace ladění. V průběhu dob byly používány různé standardy k zakotvení absolutní pozice tónové škály. Rozdíly byly opravdu veliké – „komorní A“ se pohybovalo od 380 Hz až po 480 Hz. Až v roce 1955 definitivně určila International Organization for Standardization (ISO) frekvenci komorního A na 440 Hz. Avšak v praxi tento standard není striktně dodržován, mnohé orchestry ladí o něco výš. A např. „autentické“ barokní orchestry hrají přibližně o půltón níže, A = 415 Hz. To může pro lidi s absolutním sluchem znamenat jisté nepříjemnosti (viz kapitola „Výhody a nevýhody absolutního sluchu“).

Systém kategorizace tónů u lidí s absolutním sluchem přímo souvisí s tónovým systémem, používaným v dané kultuře. Všechny hudební kultury mají stupnice založené na poměru frekvence 2:1, tj. oktáva. Tóny vzdálené od sebe oktávu mají určité shodné vlastnosti a často jsou zaměňovány; označení oktáv patří také mezi nejčastější chyby lidí s absolutním sluchem při testech určování tónů. Západní hudební tradice dále rozděluje oktávu na 12 „půltónů“, rovnoměrně rozdělených stupňů, které se v cyklech opakují. Mnohé kultury ale mají stupnice

s méně než 12 tóny. Samotná západní klasická hudba typicky užívá nejednou pouze 7 z 12 (diatonická stupnice) a základem pro blues a rock je 5 z 12 (pentatonická). Žádné známé kultury ale nemají stupnice z více než 12 tónů, nejspíš z důvodů omezení ve vnímání. I přes tvrzení, že arabsko-perská hudba užívá mikroladění, bližší rozbor odhalují, že jejich stupnice se také zakládají pouze na 12 tónech a všechny ostatní jsou jen výrazové variace, glissanda a přechodné tóny, jako je tomu v tradici emotivního vklouznutí do tónu u amerického blues.*

Jak vnímáme hudbu

Hudba je mimořádně komplexní jev a poslech hudby znamená enormní výkon pro náš mozek, a to nejen na dekódování vnímaných zvukových signálů, ale zvláště na její vyhodnocení, vnímání její struktury a přiřazování do jednotlivých obrazců. Stručné prozkoumání těchto pochodů nám může přiblížit také princip fungování absolutního sluchu.

V posledních deseti letech získali vědci řadu nových poznatků o tom, jak mozek zpracovává jednotlivé složky hudby. Výzkum ukázal, že neexistuje jednotné centrum hudby v pravé polovině mozku, jak se dříve předpokládalo, ale že na hudebním vnímání se podílí současně několik oblastí. Tóny se dostanou nejprve do hlemýžďe vnitřního ucha a přemění se tam na nervové impulsy. Pak putují do mozkového kmene, kde proběhne první identifikace tónů podle výšky a intenzity. Srovnáním údajů z obou uší (srovnáním rozdílu hlasitosti a zpoždění) určí mozek, odkud zdroj zvuku přichází. Impulsy pokračují do levé a pravé části mozkové kůry. Mozkové závity v kůře velkého neboli koncového mozku, které zpracovávají akustické podněty, leží ve spánkových lalocích, asi centimetr nad uchem. Mají tři oddělení, z nichž první analyzuje jednotlivé tóny. A zde se z hlediska našeho zkoumání absolutního sluchu děje významná věc: v tomto oddělení je umístěna **tónová mapa**, kde se nervové signály řadí podle výšky tónu. To znamená, že vzruch vyvolaný jedním tónem se dostane na jiné místo než signál odpovídající jinému tónu. Druhé a třetí oddělení pak zjišťují, zda se za vnímanými tóny skrývají nějaké hudební obrazce (například intervaly a souzvuky).

* Zkušeni hudebníci často zaměňují hudební intervaly pro výrazové účely (samozřejmě kromě klávesových nástrojů); dovedné rozeznění tónu lehce níž nebo výš, než jeho původní hodnota, může zapůsobit emotivně.

Další stupeň hudebního vnímání, vyhodnocení melodie, taktu a rytmu, probíhá již v jiných oblastech mozku, především ve spánkové a čelní části. Hudba aktivuje i talamus a mozeček, což jenom ukazuje, jak komplikované je zpracování hudebních signálů. Některé funkce si mezi sebe pravá a levá hemisféra dělí. Při porovnání tónové výšky a melodií jsou zapojeny především části čelního a spánkového laloku na pravé straně, pro analýzu rytmu je levá strana. To ovšem platí jen pro hudební laiky a amatérské hudebníky, u profesionálů si centrum melodie a rytmu svá místa prohodí. Pravděpodobně to souvisí se způsobem, jak profesionální hudebníci vnímají hudbu. Automaticky ji analyzují, rozkládají ji na intervaly a harmonie a jsou schopni je pojmenovat. Jinými slovy využívají při vnímání hudby řečové funkce mozku a ty jsou umístěny převážně v levé hemisféře.

Možnosti mozku obecně jsou částečně dány vrozenými dispozicemi. Ale mozek v určitých ohledech pracuje také jako sval – duševní činností se využívané části mozku zvětšují a mění se jejich struktura. Například Einsteinův mozek byl v určitých částech extrémně zvětšený – soudí se, že příslušné oblasti sloužily k číselným operacím. Výzkumy ukázaly, že hudební nadání člověka se projevuje nezvyklým rozšířením některých oblastí mozkové kůry. Německými vědci byla nalezena i oblast, jejíž zvětšení je příznakem absolutního sluchu. Je to *planum temporale* v levé hemisféře. Při tomto výzkumu byl zkoumán mozek třiceti hudebníků a třiceti nehudebníků, v obou skupinách jich jedenáct mělo absolutní sluch a devatenáct jej nemělo. U hudebníků i u nehudebníků bylo *planum temporale* v pravé hemisféře o něco menší než *planum temporale* v levé hemisféře. U lidí s absolutním sluchem však bylo levé *planum temporale* *dvakrát větší* než pravé. Zajímavou skutečností, a v bádání o absolutním sluchu klíčovou skutečností, je však fakt, že levé *planum temporale* je oblastí *řečových*, nikoliv hudebních funkcí. Absolutní sluch tak souvisí s řečí mnohem víc, než vědci původně předpokládali.

Bylo také zjištěno, že při poslouchání sekvencí transponovaných tónů vykazují lidé bez absolutního sluchu aktivaci pracovní paměti, zatímco lidé s absolutním sluchem místo toho zapojí dlouhodobou paměť (Shahin, Hirose). Lidé s absolutním sluchem tedy nepotřebují použít pracovní paměť, aby udrželi myšlenkové zastoupení výšky tónu aktivní; dokážou tón rovnou přiřadit k jeho slovnímu označení (Brown, Zatorre, 2003).

Schopnost rozpoznat a identifikovat tóny absolutně staví před vědce a výzkumníky dvě protikladné otázky. První otázkou je: proč mají někteří lidé tuto schopnost? Jelikož melodie

jsou definovány relativními vztahy mezi tóny, nikoliv absolutními výškami, proč umějí někteří lidé přesně sledovat absolutní výšky – informaci, která nemá příliš praktickou hodnotu? To, že rozumíme mluvené řeči, v podstatě znamená, že ignorujeme informaci o absolutní výšce – kdybychom to nedělali, nerozuměli bychom dětem, které mluví o jednu nebo dvě oktávy výše než dospělí.

Protikladná otázka vyvstane, když vezmeme v úvahu to co bylo řečeno o tónové mapě, totiž že sluchový systém obsahuje neurony, které reagují pouze na specifické frekvence. Náš mozek skutečně v principu rozeznává informace o absolutních výškách zvuků. Druhá otázka tedy nezní „Proč mají někteří lidé tuto schopnost?“, ale spíše „Proč ji nemají všichni?“. Lidé s absolutním sluchem tedy obvykle rozpoznávají výšky tónů stejně automaticky, jako většina lidí rozpoznává barvy. Pro absolutní vnímání barev nemusíme odbíhat porovnávat barevnou paletu, abychom rozeznali, že střecha je červená. Proč tedy většina lidí musí „odběhnout ke klavíru“, aby zjistili, který tón to slyšeli?

Principy vnímání barev jsou totiž zkonstruovány odlišným způsobem, než vnímání tónů. Základem rozlišení vjemů (barev, tónů) je tzv. jejich „kategorizace“. Informace o barvách jsou ovšem kategorizovány už na sítnici oka – barevný vjem je rozdělen na tři (někdy i čtyři) proudy zrakových čípků a tyto proudy zůstávají rozděleny až do mozkové kůry. Oproti tomu samotná informace z hlemýždě a vnějšího zvukovodu je mnohem ucelenější a bez jednoznačného rozdělení. Vnímání tónů a barev je proto fenomenologicky rozdílné: barvy jsou vnímány v kategoriích, tóny vcelku. Kategorizace zvuků probíhá, jak jsme si ukázali výše, až v tónové mapě v mozku.

Tónovou mapu tedy mají všichni – ovšem pouze někteří lidé informace z ní dokážou využít. Jaký je tedy rozdíl ve vývoji těchto jedinců a kde se bere rozdíl v jejich nervové stavbě?

Základní teorie absolutního sluchu

Neurofyziologická podstata absolutního sluchu není dodnes plně objasněná, jeho původ vysvětluje několik základních teorií.

1) Absolutní sluch je vrozený

Výraznými představiteli této teorie byli Révész (1913), Bachem (1937) a Seashore (1938). Podle této teorie je absolutní sluch speciální vrozená a dědičná schopnost, s kterou se jedinec již narodí. U těchto jedinců ucho funguje jako **analyzátor frekvence**. Ti, kteří mají toto vrozené nadání, začnou pojmenovávat výšku tónů již v raném věku, bez souvislosti s jejich předchozí hudební výchovou. Ti, kteří nejsou takto geneticky nadáni, nemohou nikdy získat absolutní sluch, ani kdyby rozvoji této schopnosti věnovali intenzivní cvičení. Tato teorie není podložena přesvědčivými vědeckými důkazy, staví především na pozorování, že v rodinách, v kterých měl některý z rodičů absolutní sluch, je větší pravděpodobnost, že i děti budou mít tuto dispozici.

2) Teorie učení

Teorie vznikla pod vlivem *behaviorismu*, který v některých ohledech přeceňoval možnosti učení a výchovného působení. Významnými zastánci této teorie byli například Lundin (1963) a Oakes (1951). Podle této teorie schopnost absolutního sluchu není dána dědičností, ale vzniká na základě učení. Vznik a rozvoj absolutního sluchu závisí na řadě okolností, které jsou více či méně náhodné. Tyto okolnosti jednotlivce posilují v tom, aby se pokoušel dávat slyšeným výškám tónů jejich přesné hudební označení. Citovaní zastánci této teorie však neuvádějí, o jaké okolnosti se přesně jedná.

S teorií učení přímo souvisí teorie odnaučování absolutního sluchu (Abraham, 1901). Tato teorie upozorňuje, že děti od raného věku slýchají známé písně zpívané nebo hrané v různých tóninách. Hrají je či zpívají různí lidé, nebo stejní lidé za různých situací. Dítě se tak učí, že zapamatování melodií v jejich absolutní výšce není užitečné. Zkušenost s tím, že stejná píseň se může pokaždé objevit v jiné výšce, vede postupně k rozvoji relativního sluchu na úkor absolutního. Vrozený potenciál pro vývoj absolutního sluchu má velká část populace, ale většina lidí jej na základě výše popsaných zkušeností ztrácí.

3) Teorie vtištění

Podle této teorie se absolutní sluch vtišťuje lidem v raném věku během jejich aktivní hudební činnosti. Většina dětí by byla schopna získat absolutní sluch, kdyby začala s hudební činností již v raném věku, tedy přibližně před šestým rokem. Bylo například zjištěno, že v Japonsku se u mladých klavíristů objevuje absolutní sluch častěji než u evropských dětí (Oura a Eguchi, 1981). To může souviset se skutečností, že děti se zde začínají učit hrát na hudební nástroj velmi brzy, ve věku 3-4 let, tedy v období, když ještě nemají dostatečně vybudovaný relativní sluch.

Zděděný nebo získaný?

Za dlouhou dobu zkoumání absolutního sluchu byla psychology a vědci nejrůznějších oborů provedena řada testů, které se podstatu vzniku absolutního sluchu pokoušejí objasnit. Je třeba zopakovat, že výzkumy dosud nejsou uzavřeny. Dodnes probíhají čilé debaty, zda je absolutní sluch schopností dědičnou a není třeba se mu učit, zda je schopností, kterou se lze naučit nehledě na genetické dispozice, či zda je potřeba kombinace obojího. Například skupina vědců biomedicinských oborů v čele s prof. Baharloo při University of California, San Francisco, se přiklání k tomu, že důležitou roli má genetické vybavení člověka a snaží se mapovat tyto geny. Naproti tomu mnozí vědci, mezi nimi i prof. Daniel Levitin a prof. Robert Zatorre z University McGill, Montreal, Kanada, obhajují teorii, že většina lidí obvykle tuto schopnost jen nerozvinou, protože pro ni nemají sociální použití.

Rozpoznat, zda jsou muzikální projevy člověka výsledkem vrozené dispozice nebo okolními podněty, je v mnohých případech velice obtížné. Tyto vlivy se totiž do velké míry prolínají. Dítě, které má genetické předpoklady pro muzikálnost, logicky často vyrůstá v muzikální rodině, která na něj působí dalšími vnějšími podněty a naopak. Odhadnout míru „příčinění“ jednotlivých faktorů tak bývá těžké. U hledání příčin vzniku absolutního sluchu je to podobné, navíc data o této vysoce specializované schopnosti jsou celkem vzácná.

Hledání genu absolutního sluchu

Zmíněná skupina kalifornských vědců se snaží zjistit, zda je absolutní sluch dán geneticky. V jejich výzkumu hudebníků s absolutním i relativním sluchem bylo zjištěno, že většina osob s absolutním sluchem začala hrát na nějaký hudební nástroj před šestým rokem a na druhé straně u těch, kteří začali s hudbou až ve 12 letech, nalezneme absolutní sluch jen výjimečně. Tento poznatek, který je v souladu s řadou podobných průzkumů, podporuje hypotézu, že absolutní sluch je vtištěn v raném věku. Proti tomuto vysvětlení se však nabízí logická námitka - velké množství hudebníků, kteří začali s hudbou před šestým rokem, nemá absolutní sluch. Samotná hudební praxe tedy není zcela dostačující k tomu, aby se u každého člověka vyvinul absolutní sluch. Navíc existují i určité ukazatele, podle kterých by mohl být absolutní sluch dán geneticky - často bylo totiž pozorováno, že sourozenci mají shodně absolutní sluch. U dítěte, které se začne věnovat aktivně hudbě v raném věku a jehož sourozenec disponuje absolutním sluchem, je 15x pravděpodobnější, že bude mít absolutní sluch než dítě, v jehož rodině se schopnost absolutního sluchu nevyskytuje. Kalifornští vědci proto soudí, že pro vznik absolutního sluchu by mohly být důležité genetické faktory.

V dotaznících poslaných 620 studentům různých hudebních škol (včetně San Francisco Conservatory of Music, Curtis Institute of Music ve Philadelphii a Peabody Institute v Baltimore), 15% dotázaných napsalo, že mají absolutní sluch. Ze studentů, kteří mají absolutní sluch, celých 48% uvedlo, že se absolutní sluch vyskytuje i mezi jejich příbuznými. Z těch dotázaných, kteří absolutní sluch nemají, naproti tomu výskyt absolutního sluchu mezi příbuznými uvedlo pouze 12%.

Studováním těchto výsledků a rodokmenů některých ze sledovaných osob, zmínění výzkumníci hypotetizují, že gen pro predispozici absolutního sluchu je autosomální, dominantní a s nekompletním účinkem („autosomální“ znamená že gen je na jiném chromozomu než jsou pohlavní chromozomy (X a Y); „dominantní“ znamená, že máte-li gen absolutního sluchu od jednoho rodiče a korespondující gen, který absolutní sluch nenese, od druhého rodiče, gen absolutního sluchu je dominantní, a vy tedy máte predispozici pro absolutní sluch; „s nekompletním účinkem“ znamená, že tato predispozice má různé stupně výraznosti, často je závislá na okolních faktorech v životě, v tomto případě na brzkém hudebním tréninku.

Také Jane Gitschier, jedna z kalifornských výzkumnic a zároveň sopranistka bez absolutního sluchu, pochybuje, že člověk se může naučit absolutnímu sluchu bez genetické dispozice, a staví se rezervovaně k různým komerčním produktům, které tvrdí, že mohou pomoci naučit se absolutní sluch. K debatě o údajných genech absolutního sluchu se přidávají další otázky: Pomáhá hudební výchova v raném věku k tomu, aby se absolutní sluch objevil? Nebo naopak genetická dispozice k absolutnímu sluchu povzbuzuje k brzké hudební výchově? Podobně jako u dalších otázek ohledně genetiky je těžké najít definitivní odpovědi.

To, že genetická výbava by s absolutním sluchem mohla souviset, naznačuje například mnohem větší procento výskytu absolutního sluchu mezi lidmi s Williams-Beurenovým syndromem (WBS) oproti běžné populaci. Lidem s WBS chybí přibližně dvanáct genů na chromozomu 7 a mají podprůměrné prostorové vnímání a omezenou manuální zručnost. Často mají potíže napodobit jednoduchou kresbu nebo zavázat tkaničky u bot. Na druhou stranu, projevují pozoruhodné schopnosti v jazycích a v hudbě. U osob s WBS se může absolutní sluch objevovat výrazně častěji než u všeobecné populace. Howard M. Lenhoff, bývalý profesor biologie také na UCI, požádal pět osob s WBS (ve věkovém rozmezí od 13 do 43 let), které nevěděly, že mají absolutní sluch, aby rozpoznaly jednotlivé výšky tónů ve více než stovce testů. Přestože jen jeden z těchto pěti měl hudební výchovu před svými 6 lety, osoby ukázaly v testu 97.5% úspěšnost absolutního sluchu.

Nejpřesvědčivější důkaz genetického základu absolutního sluchu by vznikl porovnáním adoptivních dětí a jejich adoptivních a biologických rodičů nebo pozorováním jednovaječných dvojčat vychovávaných odděleně. Počet takových dvojčat s absolutním sluchem je ale natolik vzácný, že taková metoda je v praxi téměř neuskutečnitelná.

V současné době probíhá projekt, jehož cílem je provést analýzu DNA testovaných osob i členů jejich rodiny. Cílem je najít charakteristické sekvence odpovídající absolutnímu sluchu, či přímo zjistit umístění klíčového genu nebo genů a pak sledovat jeho distribuci uvnitř rodin. Jedná se o metody molekulární genetiky, které se doposud používaly k nalezení genetických základů různých chorob, nicméně není důvodu, proč by nemohly být použity k hledání nějaké pozitivnější genetické zátěže.

Je tedy možné, že absolutní sluch určuje genetická výbava a jedině, co člověk s takovou výbavou potřebuje k praktickému použití své schopnosti, je pouze naučit se názvy dotyčných not? Odpověď zdaleka není tak jednoduchá.

Prof. Levitin z University McGill však říká, že údaje kalifornské univerzity nejsou přesvědčivým důkazem toho, že existuje gen absolutního sluchu. Argumentuje tím, že když se v rodině objevuje někdo s absolutním sluchem, děti z této rodiny mají přirozeně mnohem více podnětů trénovat svůj sluch, aby si pamatovaly výšky tónů a vytvořily si tak absolutní sluch.

„Jsem otevřený novým poznatkům, ale skeptický“, říká Levitin. „Opravdu nevím, co očekávají, že by tyto geny měly mít zakódovaného. Ve francouzské rodině děti také začnou mluvit francouzsky“, dodává, „a samozřejmě za to nemohou nějaké speciální geny. Někteří lidé mohou mít vrozené dispozice pro řeči nebo hudební nadání. Avšak takové genetické rozdíly jsou velice jemné a je těžké je jakkoliv izolovat.“

Souvislost s jazykem

V jedné z předchozích kapitol bylo naznačeno, jakým způsobem lidský mozek zpracovává tóny a jakým způsobem se liší nervová stavba lidí s absolutním sluchem. Lidé, kteří dokáží využít informace z tónové mapy, k tomu nevyužívají oblasti mozku obvykle používané pro zpracovávání hudby, ale oblasti, které jsou primárně určeny pro řečové funkce. Proč?

Nové studie s dětmi ukazují zajímavou skutečnost – začít svůj život s absolutním sluchem může každý.

Psycholožka Jenny Saffran, ředitelka *Infant Learning Laboratory* na University of Wisconsin-Madison, ukázala překvapující skutečnost: nemluvňata a dospělí slyší a zpracovávají zvuky zcela rozdílným způsobem. Saffran demonstrovala, že nemluvňata používají statistické učení – detekci celistvých zvukových vzorů – jako základ pro naučení řeči. Jejich mozek tak statistickým způsobem třídí obrovské množství přicházejících zvukových informací a dal by se přirovnat k otevřené bráně, hltající nové informace. Tento způsob učení například pomáhá nemluvňatům definovat, kde jednotlivá slova začínají a končí v toku řeči. Při takové analýze zvuků příliš nerozlišují řeč od hudby a tento talent „malých statistiků“ používají i k porozumění hudbě.

„Víme, že nemluvnata nejsou nepopsané listy, a že přicházejí na svět s pevně zapojenou strukturou, která jim pomáhá se učit“, říká Saffran. „Ale co je zajímavé, nemáme přidělený ‚hardware‘ pouze pro řeč. Struktura je pravděpodobně všeobecná pro mnoho komplexních forem učení, včetně hudby.“

Saffran prezentovala svou práci, která také vyšla v lednovém 2001 čísle časopisu *Journal of Psychology*, na výroční konferenci American Association for the Advancement on Science v San Franciscu. Domnívá se, že děti se *rodí s absolutním sluchem*, který využívají při učení své mateřské řeči. Rozvoj absolutního sluchu u dětí se projevuje mimo jiné i tím, že děti se velmi snadno učí správný přízvuk cizí řeči, zatímco pro dospělé je to obvykle velký problém.

Výzkumníci Saffran a Griepentrog při jednom z testů ze zmíněné studie přehrávali skupině dospělých lidí a osmiměsíčních dětí tříminutovou řadu tónů. Po poslechu této tříminutové řady byly oběma skupinám přehrávány postupně některé její úseky. Některé přehrávané úseky byly v původní výšce, jiné byly transponovány. Ukázalo se, že dospělí změnu (transpozici) nerozpoznali, zatímco děti ano. Je přirozené, že osmiměsíční děti nemohly být přímo tázány, co slyšely, ale byly pozorovány jejich reakce na stejné a transponované části tónové řady. Děti věnovaly pozornost některým přehrávaným částem řady, zatímco jiným ne. Výzkumníci na základě poznatků o tzv. *standardním impulsu* u dětí soudí, že v okamžiku, kdy děti určitou část řady poslouchaly, reagovaly tak na podnět, který byl pro ně nový. Jedná se o jev, který je známý z vývojové psychologie: když je dětem předkládána informace, s kterou se již seznámily, začnou se nudit a přestanou jí věnovat pozornost. Když je jim však předložena nová informace, jako tomu bylo v případě tónové řady v jiné absolutní výšce, začnou jí věnovat pozornost, protože slyší něco nového.

Dospělí změnu nerozlišili, protože se orientovali pomocí relativního sluchu, z jehož hlediska ke změnám nedošlo, protože přehrávaný úsek měl stejné relativní výškové vztahy, jako tomu bylo v původní tříminutové řadě. Děti však prokázaly rysy absolutního sluchu tím, že výškově posunutý úsek chápaly jako nový, který v původní řadě nebyl obsažen.

Nebylo překvapením, že dospělí v jejím testu dobře uspěli při měření relativního sluchu a u absolutního sluchu jen zřídka. Avšak nemluvnata ukázala zcela opačný pól, excelentně uspěla v absolutním sluchu, ale nebyla schopna rozpoznat relativní změny.

Je tedy možné, že každý člověk se rodí z absolutním sluchem nebo alespoň s potenciálem jej získat, avšak v průběhu dětství jej postupně ztrácí. Proč by ale měl být absolutní sluch jako standardní operační vybavení, jen proto aby vyprchalo když vyrosteme? Mozkové neurony jsou organizovány tak, aby reagovaly na zvuky v různých frekvenčních odděleních. Mapujeme svůj zvukový svět založený na vnímání zvuků, stejně tak jako vizuálně mapujeme místnost prostorovou identifikací objektů. Absolutní sluch pomáhá dětem při učení řeči, přináší pozoruhodně detailní schopnost pro tuto kartografii zvuku a dává dětem schopnost s extrémně velkou jemností rozčlenit informace týkající se všeho co slyší. V okamžiku, kdy je tohoto cíle dosaženo, absolutní sluch postupně mizí. Proč? Jednoduše je příliš detailní, než abychom ho využili v každodenním životě.

Nastává tedy otázka, proč některým jedincům absolutní sluch nevymizí.

Absolutní sluch v mládí a dospělosti je jevem extrémně vzácným v USA a v Evropě, ale mnohé testy ukázaly, že je až devětkrát častější u některých národů asijské populace. To ukázaly mnohé testy, například u Vietnamců a Číňanů. Tyto a mnohé další národy mají jedno společné – tzv. **tónovou řeč**, kde i samotné výšky jednotlivých hlásek přinášejí důležitou informaci o významu slov. Například v mandarínštině slovo „ma“, vyslovené jedním tónem, znamená „matka“, vyslovené druhým tónem znamená „konopí“, třetím tónem „kůň“ a čtvrtým tónem „výčitka“. Jedna třetina světových jazyků jsou tónové jazyky, a k porozumění malých rozdílů mezi podobně znějícími slovy je potřeba určitá forma absolutního sluchu. Naproti tomu v evropských jazycích je běžné, že mluvčí vyslovuje za různých situací stejné slovo v různých výškách, čímž se ale význam slova nemění.

Nutnost rozumět tónové řeči jako své mateřštině může být silným důvodem, aby u nemluvněte jeho „dětský absolutní sluch“ nevymizel, ale naopak aby byl nadále aktivně používán a schopnost využívat informace z tónové mapy byla upevněna. Psychologům se podařilo dokázat, že lidé mluvící od dětství tónovými jazyky mají ve srovnání s jinými národy dokonalejší hudební sluch. Diana Deutsch, profesorka psychologie University of California San Diego, a její kolegové (Deutsch, Henthorn a Dolson, 1999), v několika testech ukázali, Vietnamci a Mandaríní (Číňané) se vyznačovali pozoruhodně dokonalým absolutním sluchem pro výšku zvuků svého rodného jazyka.

V jednom z těchto testů mělo sedm Vietnamců za úkol přečíst několik vietnamských slov z předloženého seznamu. Sezení se ještě opakovalo druhý den, osoby četly opět stejná slova. Slova byla nahrána a vypočtena jejich průměrná výška. Pro každou pokusnou osobu byla pak vypočtena odchylka od této průměrné výšky. Data všech sedmi pokusných osob vykazovala průměrnou odchylku 1,1 půltónu, u čtyřech z nich byl rozdíl menší než 0,5 půltónu. V souboru 15 čínských Mandarínů bylo za použití modifikované metody dosaženo dokonce ještě menší odchylky mezi jednotlivými mluvčími. Je nutné dodat, že pokusné osoby většinou neměly hudební vzdělání.

Vietnamci a Mandarínů bez hudebního vzdělání tedy vykazovali typické rysy absolutního sluchu, jen s tím rozdílem, že namísto toho, aby frekvencím přiřazovali označení hudební výšky, spojovali je se slovem s určitým významem. Tento poznatek je možné brát jako potvrzení domněnky, že *potenciálem pro získání absolutního sluchu může disponovat celá populace.*

Určování absolutních výšek slov má pak příznivý vliv i na rozvoj absolutního sluchu, použitelného v hudbě. Pod vedením Diany Deutsch byl proveden test i mezi aktivními hudebníky, a to přímý test mezi dvěma populacemi hudebních studentů: skupiny 88 studentů prvních ročníků Central Conservatory of Music v Pekingu, všech hovořících mandarínsky, a skupiny 115 studentů prvních ročníků na Eastman School of Music v Rochesteru, New York, z nichž žádný nemluvil tónovým jazykem. Absolutní sluch byl definován jako skóre alespoň 85% správných not.

„Nalezli jsme velmi jasný rozdíl mezi těmito dvěma populacemi“, říká Deutsch. „U hudebníků s tónovým jazykem jako rodnou řečí je absolutní sluch mnohem běžnější. Také jsme našli překvapující efekt věku, kdy se začalo s hudební výchovou.“ U studentů, kteří začali s hudební výchovou mezi věkem 4 až 5 let, mělo absolutní sluch přibližně 60% u mandarínsky mluvících, zatímco u studentů hovořících netónovými jazyky na škole v USA jich bylo pouze 14%. Pro ty, kteří začali s hudební výchovou mezi 6 a 7 lety, jich bylo 55% Mandarínců a 6% ze školy v USA. A pro ty, kteří začali s hudební výchovou mezi 8 a 9 lety, jich bylo 42% Mandarínců a ze skupiny ze školy z USA žádný. Odlišnosti byly ještě větší, pokud výzkumníci povolili toleranci půl tónu: čínských studentů, kteří začali s hudební výchovou mezi 4 a 5 lety, v testu obstálo plných 74%. Nebyly zde žádné rozdíly mezi pohlavími, v žádné skupině ani podskupině, poznamenala Deutsch.

Ukazuje se tedy, že pokud jsou malé děti postaveni před nutnost určovat absolutní výšky zvuků a jejich „dětský absolutní sluch“ je tak udržován činností, pro kterou je užitečný, v tom případě tato schopnost velmi často přetrvá dále, zůstane natrvalo a existují mnohem lepší podmínky pro stabilizaci absolutního sluchu použitelného v hudbě.

Tento test však ukázal další souvislost – čím dříve se u dítěte začne s hudební výchovou, tím větší je pravděpodobnost, že se absolutní sluch „podchytí“, a to i v případě, že se dítě neučí tónový jazyk. Brzká hudební výchova tak může být dalším silným podnětem, jak vytříbit a upevnit absolutní sluch, a to zvláště pokud se při výuce hry na nástroj postupuje sluchovou metodou, jako je tomu například u známé „Suzuki method“.

Dále existují také studie, které ukazují větší poměr mezi nevidomými. Důvodem nemusí být genetika, ale to, že pro nevidomého člověka už od narození znamená sluch nesmírně důležitý zdroj informací. Například přesné vnímání pohybu auta nebo lidských kroků mu může sdělovat důležité prostorové podněty.

Kritická období

Spojitosť mezi včasným podchycením či vývojem absolutního sluchu a hudebních vloh všeobecně přivádí výzkumníky k myšlence tzv. kritického období. Kritickým obdobím je myšleno určité časové rozmezí vývoje člověka, které je podmínkou pro získání určité schopnosti. Poznatky, uvedené v této části, jsou čerpány převážně z výzkumu prof. Daniela Levitina, o němž byla zmínka již dříve.

Na základě hypotézy a poznatků, uvedených v minulé části, by se v tomto kritickém období jednalo o podmínku *udržení* absolutního sluchu. V případě, že je dětská dispozice pro absolutní sluch, jejíž prvním úkolem je kódování a kategorizace řeči, dále udržována činností, pro kterou je užitečná (tónový jazyk, hudební výchova), v tom případě je veliká pravděpodobnost, že tato schopnost přetrvá. Mozek pak je schopen nadále využívat informace z tónové mapy i v pozdějším věku. Výzkumníci používají i v této souvislosti výraz „získání“ absolutního sluchu, i když jsou tím myšleny složité vývojové změny mozku, kdy se potřebné a používané funkce rozvíjejí, kdežto nepotřebné a nepoužívané funkce mizí.

Současnou podmínkou k rozvoji absolutního sluchu je nutnost rozdíly výšek tónů kategorizovat a pojmenovávat. Způsob „pojmenovávání“ může být nejen vědomý (názvy not, vizuální představa rozmístění kláves či způsob hmatů na flétně), ale i podvědomý (významové rozdíly v tónové řeči). Výšky tónů se mohou podvědomě spojovat i s jinými smyslovými vjemy, jak bude uvedeno v kapitole „Synesthesia – křížové smyslové vnímání“.

Způsob, jakým se trvalý absolutní sluch má rozvinout, však dosud není jasný. Mezi výzkumníky se polemizuje o tom, zda získání absolutního sluchu vyžaduje jednoznačnou výuku, či zda může být jen důsledkem náhodného vystavení jedince hudbě (Baharloo, 1998, Brown, 2003). Většina lidí s absolutním sluchem si nepamatuje, jak a kdy se u nich tato schopnost projevila, všichni však uvádí, že měli hudební vedení. To, že nejsou schopni si vybavit okamžiky, kdy by se absolutní sluch učili, může být bráno jako důkaz, že absolutní sluch je druh sémantické paměti. Nemusí to ale znamenat, že jeho naučení se bylo náhodné.

Je tedy možné, že absolutní sluch je získán stejně jako jiné označovací schopnosti ve vývoji slovní zásoby dítěte. Získání schopnosti rozlišit výšky tónů může být jednotné se schopností rozlišovat barvy, u obou schopností se dítě musí naučit rozlišit vnímané vlastnosti (barvu či výšku tónu) dříve, než si vytvoří správné spojení mezi tónem (barvou) a jeho názvem. (Levitin, 2004) Jak a proč vznikne u sluchařů toto spojení téměř automaticky, stále není známo, ale nejjednodušším vysvětlením je právě nutnost kategorizace a pojmenovávání, totiž že děti se obvykle neučí názvy tónů, kdežto názvy barev se učí. Aktivní procvičování je nezbytné k tomu, aby se vytvořily změny v tvárné mozkové kůře, což podporuje tvrzení o hudební výuce.

Studie ukazují, že absolutní sluch lze nabýt před věkem 9 let (Gregersen, 2000, Chin, 2003) a není znám jediný případ vývojově zdravého jedince, který by absolutní sluch úspěšně nabyl v dospělosti (Ward, 1999). To vedlo k domněnce, že stejně jako gramatika a výslovnost v mluvených jazycích musí být získána v určitém kritickém období nebo dospívání – před rozvojem jiných poznávacích dovedností, které by to narušily. Ve skutečnosti existence vysokého výskytu pozdního osvojení si absolutního sluchu mezi vývojově opožděnými skupinami, jako např. lidí s Williamsovým syndromem či autismem (Lenhoff, 2001, Brown, 2003), domněnku o kritickém období zrání absolutního sluchu jen potvrzuje. Věkové hranice kritického období u různých vývojových změn nelze určit jednoznačně. (viz příloha č. 1)

Hypotézu o kritickém období zřetelně podporuje to, že samotné jmenování tónů se můžou naučit mnohem lépe děti než dospělí. Po týdenním procvičování se v jednom testu dospělí naučili rozpoznat a zazpívat jeden tón s větší než náhodnou přesností (Levitin, 2002). Děti ve věku 5-6 let byly podrobeny stejné výuce a stejnému testu a přesnost jejich výsledků vysoce převýšila výsledky skupiny dospělých.

Vývojové změny u malých dětí jsou opravdu pozoruhodné. Během prvních pár měsíců života se stabilizuje výšková frekvence dětského pláče na konstantní výšku, jejíž variace jsou u daného dítěte menší než pultónové (Wermke, 2002). To poukazuje na existenci určitého audiomotorického kontrolního systému, který je zaměřen na hodnoty výšky tónu. Dva experimenty prokázaly, že absolutní sluch je dominantním způsobem vnímání u osmiměsíčních dětí (Griepentrog, 2001, Saffran, 2003), a až později je následován vývojovým posunem k relativnímu sluchu.

Přesto, mnohé psychologické testy navzájem přinášejí protichůdné výsledky, což jen připomíná, že výzkum tak specifického jevu u malých dětí je velmi obtížný. Podle jiného testu i nemluvňata využívají v určitých úkolech informace relativního sluchu (Saffran, 2003) a jedna studie došla k závěru, že šestiměsíční nemluvňata nejsou schopna absolutního sluchu (Plantinga, 2003). V tomto výzkumu tedy není ještě zcela jasno.

Hudební vlohy a absolutní sluch u zvířat

Mnoho zvířat používá přednostně vnímání absolutních výšek před relativními informacemi. Ukázalo se, že krysy a vlci užívají záznam absolutní výšky tónu v případě identifikace příslušníků své vlastní smečky. Špačci a některé druhy opic se nejprve snaží poradit si s úkoly pomocí absolutního sluchu a teprve pokud se toto nezdaří, zvolí techniku relativního sluchu jako druhotné strategie (Wright, 2000).

Je známo, že některé druhy ptáků pěstují s oblibou hlasové napodobování. Ornitologové se o tom zmiňují jako o záhadném jevu a nevidí v tom žádný účel, i když jeden badatel navrhuje vysvětlení, že si ptáci jen tak hrají. Například drozd mnohohlasý (*Mimus polyglottos*) dokáže během jediné hodiny napodobit desítky druhů ptáků. Robert Burton v knize *Bird Behavior* zase píše: „Byly pořízeny nahrávky lemčků napodobujících kočky, psy, zvuk sekery při štípání dřeva, automobilovou houkačku a cinkání drátů v plotě, kromě zpěvu mnoha druhů ptáků. Jeden lemčík prý tak dobře napodobil orla, že slepice, která to slyšela, se dala i se svými kuřátky na útěk.“

Ptáci však nenapodobují jen v danou chvíli slyšené zvuky, které by pak za nějakou dobu opět zapomněli. Napodobované zvuky se mnohdy stanou trvalou součástí jejich repertoáru, a to ve stabilně fixované frekvenci – vždy v originální tónině.

Analýza sonogramů v jednom dánském průzkumu například odhalila, že repertoár rákosníka zpěvného se skládá z napodobenin nejen stovek evropských ptáků, ale také více než stovek afrických druhů, které rákosník zpěvný slyšel na svých zimovištích, a to v původních tónových výškách.

Tóny a barvy – křížové smyslové vnímání

Zvláštním způsobem vnímání, popsaným u některých lidí, je tzv. *křížové smyslové vnímání*. Odborně je tento jev nazván „synesthesia“ nebo „synaesthesia“, což je pojem složený z řeckých slov „syn“ (společný) a „aisthesis“ (vnímání), dal by se tedy nazvat jako „spojené vnímání“.

Synesthesia je stav, kdy jeden typ stimulace evokuje vnímání jiné, například když poslech určitého tónu vytváří utkvělou představu barvy. Synesthesia má ale mnoho forem, někteří lidé mohou být například přesvědčeni, že slovo „středa“ je správně vždy červeně, při zvuku houslí pociťují třeba lechtání v levém koleně anebo jim přinášejí asociaci konkrétních chutí, chutě zase mají vliv na jejich hmat či hmat asociuje zrakové vnímání. Synestetické vnímání je pro každou osobu specifické. Různí lidé s tímto vnímáním často nesouhlasí s asociacemi jiných.

Synesthesia však neoznačuje pouze občasné asociace, u dotyčných lidí se jedná o silné smyslové podněty, které nastanou vždy a dotyční je neumějí přehlížet. Dr. Richard Cytowic, vědec zabývající se synestésií, uvádí několik faktů: synestésie je (1) podvědomá (tito lidé aktivně nepřemýšlejí o svých vjemech, ty prostě samy nastanou), (2) trvalá (způsoby křížového vnímání jsou stabilní – lidé, kteří mají chuť na čokoládu, když slyší Beethovenův houslový koncert, mají na ni chuť pokaždé, když jej slyší), (3) zapamatovatelná (sekundární asociace je zapamatována obvykle lépe než primární – například lidé, kteří mají spojení fialovou barvu se jménem „Sandra“, si častěji vzpomenou, že slovo „Sandra“ je fialové, než že by si při fialové barvě vzpomněli na slovo „Sandra“) a (4) emocionální (smyslový vjem může způsobit různé emocionální reakce, například pocity rozkoše). Uvádí se, že lidí, kteří splňují tyto podmínky a jejich křížové vnímání je dostatečně silné, takže se dá za synestésii považovat, je velmi málo, někde mezi 1 z 200 až 1 z 100.000. Tendenci ke synestésii mají údajně spíše ženy, leváci a často lidé ve stejné rodině. Právě z důvodu, že se synestésie objevuje v rámci rodin, přináší domněnku, že je to jev dědičný; vědci se však v této záležitosti ve svých závěrech rozcházejí, podobně jako je tomu u absolutního sluchu.

Z umělců údajně měli synestésii například Franz Liszt, Olivier Messiaen, Charles Baudelaire či Alexandr Skrjabin.

Alexander Nikolajevič Skrjabin byl také prvním skladatelem, který ve svých skladbách v praxi spojil hudbu a promítání barevných světél v jeden umělecký celek. Je známo, že Skrjabin měl zároveň absolutní sluch, a v jeho případě se jeho křížové smyslové vnímání projevilo i v praxi. Promyšlená soustava vztahů jednotlivých tónů, tónin a barev, nazývaná jako „barevný klavír“, se uplatnila zvláště v symfonické skladbě Prométheus, s podtitulem „Báseň ohně“, komponované v letech 1908 – 1910. Údaje, ke kterým tónům patří která barva, pocházejí od Skrjabinova přítele, který později vydal jeho první biografii, Leonida Sabaneeva:

C	červená
Des	fialová (lila)
D	žlutá
Es	ocelově lesklá (olověná)
E	modře bělostná (měsíční barvy)
F	kovově lesklá
Fis	pronikavě modrá
G	oranžová – růžová
As	purpurová
A	zelená
B	jako Es
H	modré měsíční barvy

Toto základní rozmístění barev bylo později mnohými vykladači Skrjabinova díla potvrzeno. V praxi však Skrjabin spojoval barvy nejen s jednotlivými tóny, ale hlavně k větším celkům – k tóninám, přechodům mezi tóninami a k harmonickým obrazcům. To popsal Skrjabinův současník a další vykladač Skrjabinova díla, anglický psycholog Charles Samuel Myers. Ve vysvětleních Sabaneeva a Myerse se objevují určité drobné odlišnosti, které ovšem nejsou zásadní a vyplývají z plynulého prolínání barevného spektra. Myersovo doplňující vysvětlení, které se dotýká fyzikálních vlastností barev, dává spojení tónů a barev logický řád: barevné spektrum odpovídá tzv. kvintovému kruhu.



(Es, B, F)	C	G	D	A	E	H	Fis	(Des, As)
------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------	-----------

Myers dále popisuje: „Barvy zbývajících tónin, Des, As, Es, B a F, považoval Skrjabin za barvy ležící mimo viditelné spektrum, buď ultrafialové nebo infračervené.“ Podle Myerse Skrjabin spojoval s barevnými představami nejen své skladby, ale také skladby cizích autorů.

Se spojením konkrétních tónů a barev se zabýval také Nikolaj Andrejevič Rimskij-Korsakov. Jeho barevný systém byl však odlišný, vycházel ze spojení tóniny C dur s bílou barvou.

Jak již bylo uvedeno, různí lidé se synestesií mají své vnímání odlišné, a tak i při spojení tónů a barev jsou jejich představy odlišné. Spojení absolutního sluchu a synestésie tónů a barev však znamená zajímavou, zatím ne zcela probádanou část bádání o lidském vnímání a lidské psychice.

Je možné se absolutní sluch naučit?

Vědecké výzkumy se shodují, že nejvhodnější věk pro naučení (upevnění či stabilizování) absolutního sluchu je co nejdříve. Obvykle hudebníci, kteří začnou s hudební výchovou dříve, mají větší pravděpodobnost k získání absolutního sluchu než ti, co začnou později. Vývojová období každého člověka jsou velmi individuální, přesto se však zdá, že dětství je jedinečnou příležitostí, jak svůj sluch vytříbit.

V minulém století bylo provedeno množství experimentů, které zjišťovaly, zda je možné se absolutní sluch naučit v dospělosti (Takeuchi and Hulse, 1993). Bylo vyvinuto mnoho učebních metod s tímto cílem. Nabízí se nám množství komerčních produktů, které slibují „absolutní sluch do týdne“, programy tohoto typu můžeme často nalézt na Internetu.

Výsledky všech těchto studií však naznačují, že naučit se *pravý* absolutní sluch v dospělosti není možné. Není znám žádný případ, že by se člověk, který neměl absolutní sluch, v dospělosti této schopnosti plně naučil, aby dokázal bezpečně uspět v testech absolutního sluchu. Přinejlepším se ukázalo, že někteří jedinci si po delší usilovné snaze byli schopni na nějaký čas zapamatovat jeden nebo několik tónů, ale tato schopnost se poté, co s učením přestali, opět vytratila. Výcvik vede spíše ke zlepšení relativního sluchu, než k vybudování

absolutního. Pro dospělé je však lepší cvičit absolutní paměť pro jeden referenční tón (obvykle komorní A) než absolutní sluch pro všechny tóny.

Snaha o naučení alespoň „nepravého absolutního sluchu“ však nemusí být úplně marná. Některé testy ukázaly zajímavou skutečnost – dokonce i lidé bez absolutního sluchu, přinejmenším cvičení hudebníci s relativním sluchem, mohou mít zakódované jisté známky absolutního sluchu. O této hypotéze „latentního absolutního sluchu“ jsem se zmínil už v druhé kapitole: vezmeme-li populární písně, známé pouze v jedné tónině, čili mající objektivně správnou výšku, většina lidí bude schopna je zazpívat přesně či velice blízko této výšce.

Výsledky podobného testu jsou přehledně zobrazeny v příloze č. 3: úspěšnost lidí bez absolutního sluchu při určování tónů je rozhodně lepší, než jakou by určovala pouhá náhoda. Odchylka od správné odpovědi je poměrně velká, ovšem s tendencí ke správným odpovědím.

Prof. Levitin na základě výsledků svých experimentů tvrdí, že na rozdíl od lidí, kteří mají pravý absolutní sluch a kteří si tóny vybavují automaticky, výše zmíněná schopnost u běžné populace je odrazem především schopnosti *verbálního kódování* a *dlouhodobé paměti*. Základní vlastností zvuků, jako je výška tónu, rytmus a barva tónu jsou pravděpodobně zaznamenávány v centru paměti spojené s centrem vnímání. Až donedávna se vědci domnívali, že rozpoznat výšky tónů jsou schopni pouze lidé s absolutním sluchem. Rostoucí počet důkazů však potvrzuje, že mnoho lidí bez absolutního sluchu může mít ustálenou dlouhodobou paměť na výšky tónů, byť ve většině případů jde spíš o pouhé odhadování.

Výhody a nevýhody absolutního sluchu

Výhody absolutního sluchu pro hudebníka jsou zcela zřejmé. Absolutní sluch umožňuje snadné čtení not z listu, zápis not při hudebních diktátech, přesné intonování při hře a zpěvu, znamená výhody při improvizování či kompozici. Znamená výrazné usnadnění orientace v hrané skladbě, zvláště v místech s častými modulacemi a v atonálních skladbách.

Absolutní sluch však nemusí jeho nositelům přinášet jen samé výhody. Mezi nevýhody patří značná citlivost vůči nepřesnému celkovému ladění nástrojů. Nositelé absolutního sluchu

například ve většině případů nejsou schopni zahrát jakoukoliv obtížnější skladbu na nástroj, který je naladěn nestandardně, typicky např. na podladěný klavír. V tom případě se totiž střetávají dva druhy paměti – hmatová (fixace na určité mechanické hmaty na nástroji) a sluchová (následování své vnitřní představy tónu, který má zaznít). Hráč je tak zcela dezorientován a mnohdy otřesen. Citlivost na změnu ladění je individuální. Obvykle se tyto problémy objeví při odchylce od navyklého ladění větší než 20 centů (pětina půltónu). Menší odchylky obvykle hráč s absolutním sluchem postřehne, ale krátkodobě si na ně zvykne, takže mu ve hře nebrání. Je ovšem zajímavé, že přenesení o oktávu (nebo více oktáv) většině hráčů s absolutním sluchem při hře nijak nebrání, přestože si to samozřejmě uvědomují. Důležité pro ně v tom případě je, že jména tónů, jež hrají, odpovídají těm, které slyší.

Této kritické fixaci na určité ladění se lze odnaučit, ale v běžné praxi není příliš třeba a tak ani hudebníci s absolutním sluchem nejsou ochotni toto skličující přeučování podstupovat. Vždy by se totiž jednalo pouze o vědomé potlačování zpětné sluchové kontroly ve prospěch mechanického učení. Naštěstí se ovšem s příliš podladěnými klavíry setkáváme v koncertních sálech, alespoň v naší zemi, poměrně zřídka.

Absolutní sluch bohužel nejde „vypnout“, a tak se lidé s absolutním sluchem (nejen nutně hudebníci) mohou cítit nepříjemně a rozrušeně i jako posluchači, pokud je jim známá skladba transponována do jiné tóniny (nebo zahrána v nestandardní výšce). Cítí, že skladba ztrácí svou opravdovou hudební krásu, v některých případech se mohou cítit nepříjemně i fyzicky. Jsou známy případy hudebníků, kteří museli přeladit všechny nástroje, jinak by se cítili špatně od žaludku. Pro představu – cítí to podobně, jako by byli na trhu, kde jsou nabízeny oranžové banány, žlutý salát a fialová jablka. S transponovanými skladbami jsme se občas mohli setkávat v poměrně nedávné minulosti při poslechu LP desek nebo MC kazet na méně kvalitních přehrávačích – i jen mírná odchylka v rychlosti otáčení mívala za následek posun výšky, obvykle o půltón výš.

Fixace hudebníků s absolutním sluchem na určitou tóninu však přímo nesouvisí s uměním pohotově transponovat skladby. V literatuře je mezi obvyklé potíže těchto hudebníků často uváděna neschopnost transponovat. Praxe však ukazuje, že tomu tak není. Nositelé absolutního sluchu pouze mohou mít zpočátku tendenci zanedbávat cvičení relativního sluchu, protože spoléhají na okamžité vybavování daných tónů. Pro hudební úkoly jako je např. transpozice, mohou tedy lidé s absolutním sluchem v důsledku nedostatku cvičení schopností relativního sluchu klopýtat, protože se pokoušejí použít své absolutní poznatky pro

to, co je čistě relativní úkol. Na druhou stranu, pokud tito hudebníci dobře cvičí svou vnitřní hudební představivost, absolutní sluch je jim pak při transponování obrovskou výhodou, protože jim pomáhá jejich transponovanou představu snadno realizovat.

S výhodami hudebníků s absolutním sluchem souvisí další problém, který si možná mnozí z nich ani neuvědomují: hudebníci s absolutním sluchem si často při paměťovém studiu skladeb zvykají příliš se spoléhat pouze na svůj sluch. Hudební paměť se, jak je známo, dělí na mnoho složek, které spolu souvisejí – paměť hmatová, sluchová, zraková, fotografická, paměť na formální stavbu skladby atd. Přeceňování sluchové složky paměti mívá za následek nedostatečně připravené její ostatní složky. Z hlediska hráče se zdá být vše v pořádku, ale absolutní sluch, jako každá psychická funkce, může být ve stresových situacích (veřejné vystoupení) do jisté individuální míry dezorientován, což se hráči může vymstít. Proto je pro nositele absolutního sluchu dobré se při studiu skladby vědomě soustředit i na rozvíjení ostatních složek paměti.

Zcela specifickou potíží je, že se u některých lidí (přehled podává Ward, 1999) ve středním a vyšším věku absolutní sluch „posouvá“ o jeden až několik půltónů výše. Určité frekvenci je pak dotyčným člověkem přiřazen vyšší tón, než by správně měl být. Tito lidé si pak zpravidla stěžují, že veškerá hudba, kterou slyší, je transponována. Uvedená porucha se ovšem vyskytuje velice zřídka, podle některých výzkumů byl u osob testovaných v průběhu přibližně dvaceti let absolutní sluch zcela stabilní (Wynn, 1992). Tento problém potkal v pozdějším věku klavíristu Sviatoslava Richtera, ten byl však i přes toto výrazné ztížení hudebního vnímání nadále schopen veřejně vystupovat.

Shrnutí

Ačkoliv údaje o četnosti absolutního sluchu mezi hudebníky i v běžné populaci se dosti liší, je jisté, že v západní civilizaci jde o vzácnou schopnost. U Asiatů je poměr lidí s absolutním sluchem vyšší, což může způsobovat více faktorů. Existuje také více typů absolutního sluchu, od sluchu fixovaného na konkrétní nástroj až po vnímání zvuků spojeném s jinými smysly.

Určit s jistotou, proč někteří lidé absolutní sluch mají a jiní ne, zatím nelze. Výzkumy genetických základů pro absolutní sluch dosud nejsou uzavřené. Pro kvalitní absolutní sluch,

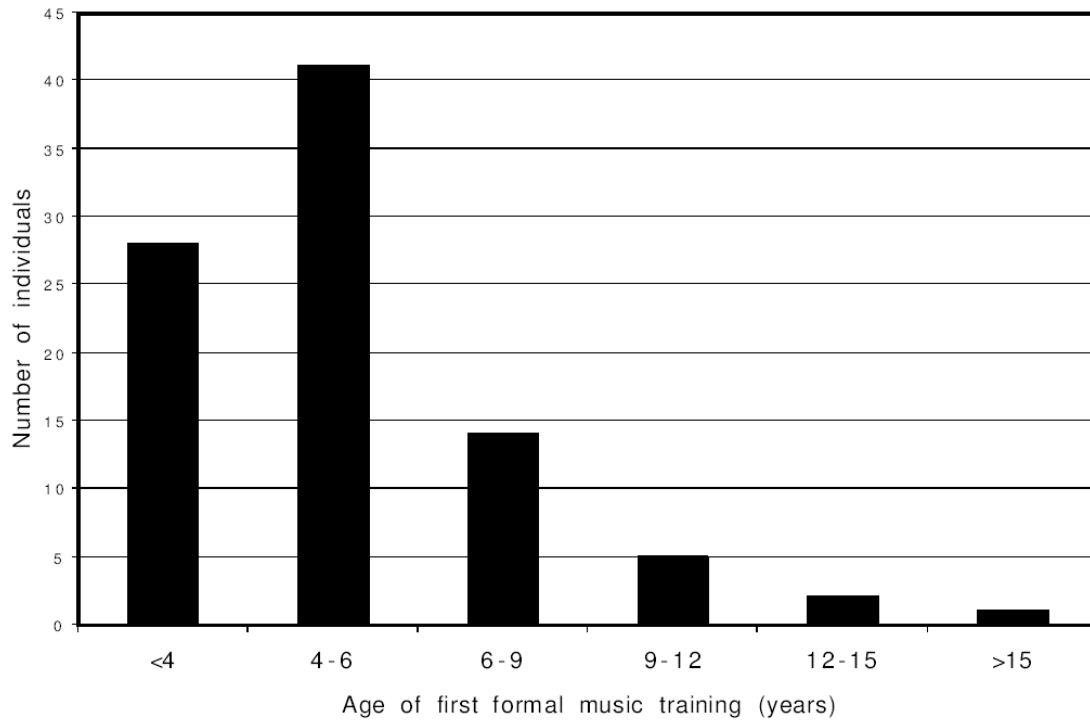
použitelný v hudbě, jsou pravděpodobně genetické dispozice nutným předpokladem. Prokázalo se významné spojení mezi sourozenci s absolutním sluchem. Další důkazy jsou u etnických skupin; větší procento lidí s absolutním sluchem mezi asiaty není možné vysvětlit *pouze* kulturními vlivy a tónovými jazyky, protože ne všechny asijské jazyky jsou tonální. Přesto se zdá, že genetické předpoklady nejsou jedinou podmínkou. Mohou být nezbytné, ale ne dostačující.

Neuroanatomické studie potvrdily rozdíly mezi lidmi s absolutním sluchem a bez něj, což napomáhá při zkoumání podstaty této schopnosti a teorií jejího vzniku. Přesto přesná příčina a důsledek ještě nebyly určeny. Nové výzkumy v neuroanatomii hudební paměti mohou přinést další stopy.

Mnoho výzkumů naznačuje, že přístup k informacím o výšce tónu může mít mnohem větší množství populace, než by se zdálo. Děti se pravděpodobně rodí se schopností vnímat informaci o výšce tónu, používají ji k učení mateřské řeči a dokonce ji dokáží využít i v úlohách zkoumajících rozpoznání výšek tónů a melodií, ale většina z nich tyto schopnosti z důvodů nedostatečného využívání brzy ztrácí. Okolní podněty v raném věku dítěte, jako například hudební výchova, je naopak umožňují podpořit a zachovat. Konkrétní podněty nebo přesné metody hudební výchovy však dosud nebyly stanoveny s jistotou a pravděpodobně závisí na individuálních dispozicích. Hranice „kritického období“, vývojového období, během kterého je možné takovýmto způsobem absolutní sluch rozvinout, jsou dosti individuální a zvláště u vývojově opožděných nebo postižených jedinců mohou sahát až do dospělosti.

Absolutní sluch tak zůstává předmětem zájmu a výzkumu psychologů, neurologů a v neposlední řadě hudebníků, a to zvláště těch, kteří jsou touto schopností obdařeni. Pokud tito hudebníci nezanedbávají cvičení ostatních složek sluchového vnímání a paměti, pak jim absolutní sluch může přinášet veliké výhody v jejich každodenní praxi.

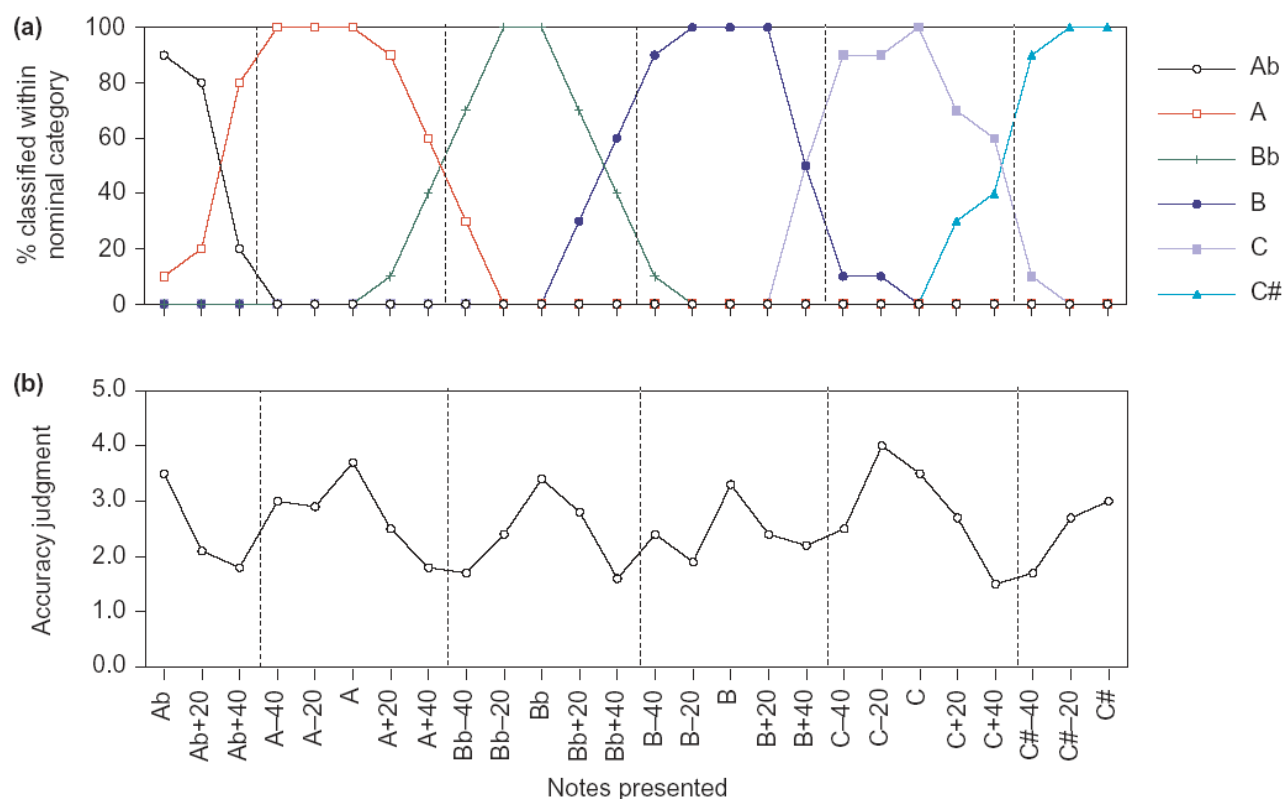
Příloha 1: Poměr lidí s absolutním sluchem mezi hudebníky v závislosti na věku začátku hudební výuky



Údaje ze zpětných záznamů o věku stabilizace absolutního sluchu podle vzorku 92 lidí s absolutním sluchem. Naznačuje možnou existenci tzv. „kritického období“ pro získání či podchycení této schopnosti. Existence lidí s absolutním sluchem, kteří s hudební výukou začali později, nemusí znamenat vyvrácení této teorie. Hranice kritického období nejsou ohraničené příkře, podobně jako je tomu u množství jiných biologických a vývojových procesů.

Převzato z *Absolute pitch: perception, coding and controversies*, Levitin 2005.

Příloha 2: Typická kategorizace tónů lidmi s absolutním sluchem



TRENDS in Cognitive Sciences

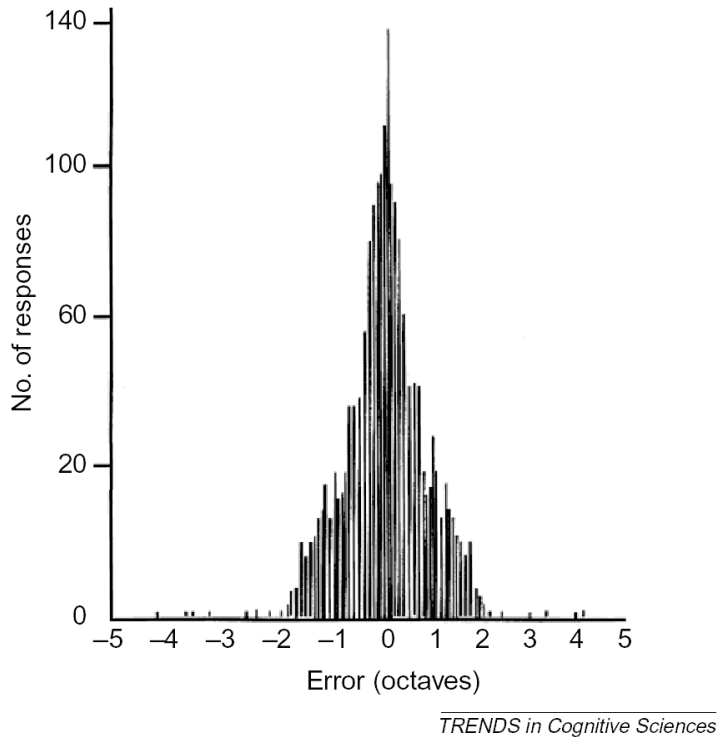
Zkoušeným lidem s absolutním sluchem byly zahrány tóny v náhodném pořadí od frekvence 207 Hz (As) do 277 Hz (Cis). Některé z tónů byly naladěné na standardní výšky a některé z nich byly posunuté, a to o pětinu nebo dvě pětiny půltónu (20 nebo 40 centů), byla tedy vytvořena rovnoměrná škála tónů vzdálených 20 centů.

(a) Prvním úkolem bylo určit jméno tónu (nebo nejbližšího tónu). Zkoušení určovali jména s minimálními chybami a rozladěné tóny většinou umisťovali do jejich správných kategorií. Podle předpokladů zkoušení nejvíce váhali u tónů rozladěných o 40 centů. Každý pojmenovaný tón je vyobrazen vlastní barvou, svislé přerušované čáry představují pomyslné čtvrttónové hranice mezi určovanými půltóny.

(b) Druhým úkolem bylo určit, jak přesně je daný tón ve své kategorii naladěný. Druhý graf je důkazem, že lidé s absolutním sluchem mají nejen kategorizující zařazování jednotlivých tónů, ale umí také v rámci dotyčné kategorie dobře rozpoznávat jemné rozdíly v ladění. Svislé měřítko označuje průměrné „známkování“ daných tónů zkoušenými (5 byla nejlepší známka, 0 nejhorší). Křivka, která pravidelně klesá u tónů, které byly nejvíce rozladěné (tyto tóny byly známkovány nejhůře), ukazuje, že zkoušení projevili dobrou schopnost určit rozdíly v ladění mezi jednotlivými tóny v dané kategorii.

Převzato z *Absolute pitch: perception, coding and controversies*, Levitin 2005.

Příloha 3: Určování tónů lidmi bez absolutního sluchu

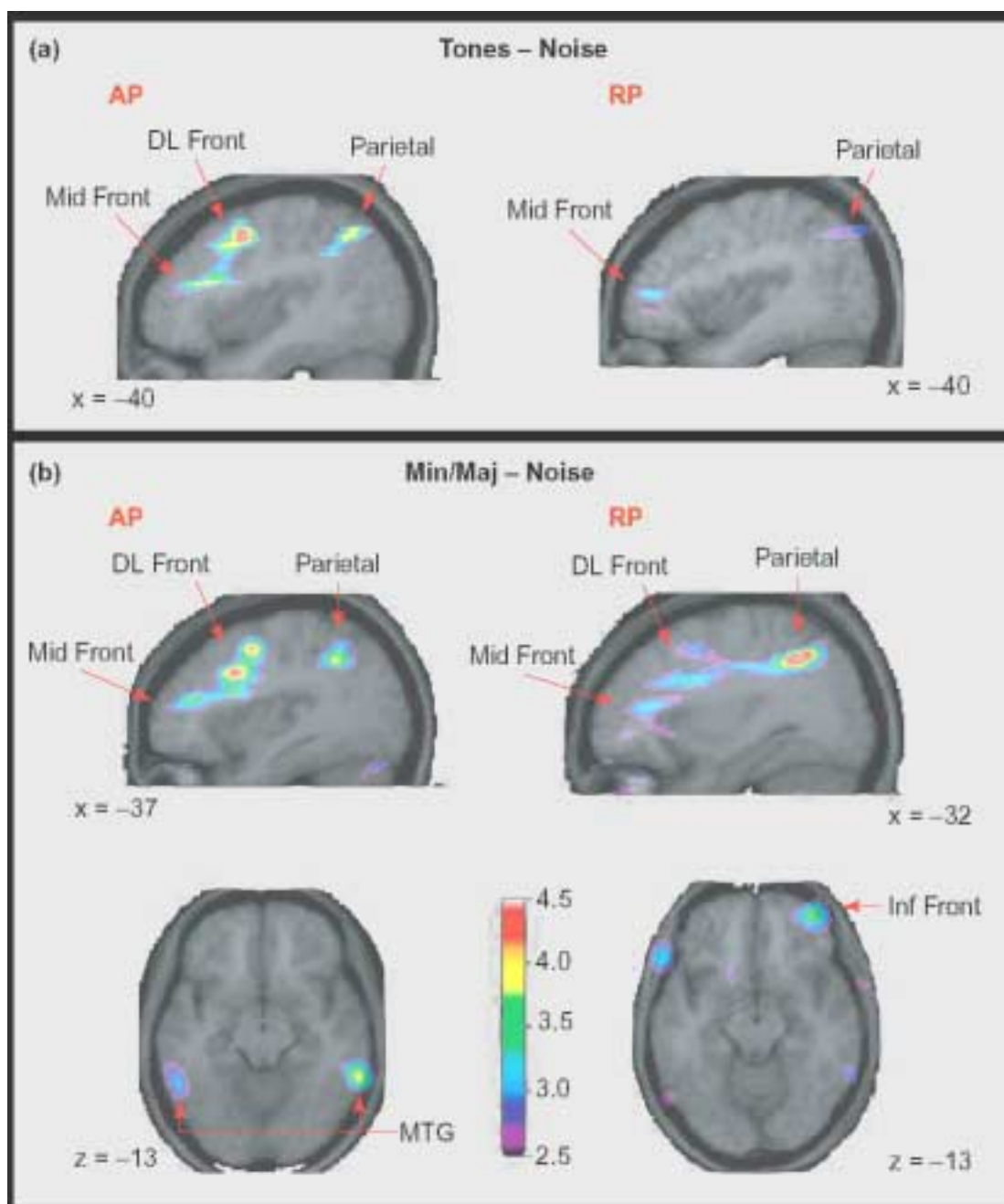


Chyby při pokusech o určování slyšených tónů u lidí bez absolutního sluchu. Dokonce i lidé bez absolutního sluchu dokáží určovat (odhadovat) výšku slyšených tónů bez vnější opory s určitou správností a jejich výsledky jsou rozhodně lepší, než jaké by určovala pouhá náhoda. Avšak jejich odchylky a omyly jsou daleko větší než u lidí s absolutním sluchem. Jak je vidět z grafu, odchylka od správné odpovědi (uprostřed) se nejčastěji pohybuje v rozmezí \pm dvou oktáv, ovšem s tendencí ke správným odpovědím.

Výsledky tohoto testu naznačují, že i lidé bez absolutního sluchu pracují s kategorizací tónových výšek podobně jako lidé s absolutním sluchem, byť v mnohem nepřesnějším měřítku.

Převzato z *Absolute pitch: perception, coding and controversies*, Levitin 2005.

Příloha 4: Studie mozkových reakcí u lidí s absolutním sluchem i bez něj



Data počítačové tomografie při studii reakcí mozku skupiny lidí s absolutním sluchem (vlevo) a bez absolutního sluchu (vpravo). Obě skupiny při testu určovaly nebo se pokoušely určovat jak jednotlivé tóny (část A), tak intervaly (část B). Metoda tohoto hledání aktivovaných mozkových částí spočívá v měření množství okysličené krve protékající v určitých místech

a porovnání údajů v klidovém stavu a při vyvolání vzruchu. Při pojmenovávání tónů se aktivovala u lidí s absolutním sluchem (nikoliv však u lidí bez absolutního sluchu) zadní část hřbetní a čelní mozkové kůry v levé hemisféře (označené jako „DL Front“), oblast zahrnující učení podmíněných asociací (tzn. asociace kategorizování objektů). Obě skupiny aktivovaly tuto oblast při reakcích na určování intervalů a rozlišování tónin dur a moll. Tato oblast se také aktivuje u nehudebníků při rozpoznávání a určování akordů. Zdá se tedy, že z dosud neznámých důvodů asociativní funkce této části mozku umožňují a usnadňují lidem s absolutním sluchem třídit tónové kategorie automaticky.

Převzato z National Academy of Sciences, USA (Zatorre, 1998)

Příloha 5: Průzkum mezi studenty HAMU v Praze

Během přípravy této práce jsem uskutečnil průzkum mezi studenty HAMU v Praze. Bylo osloveno 52 studentů různých hudebních oborů. Ti vyplnili podrobný dotazník, z něhož čerpám následující údaje:

69% dotázaných uvedlo, že absolutní sluch nemají. Všichni z těchto studentů uvedli, že si nejsou vědomi, že by mezi jejich příbuznými byl někdo, kdo má absolutní sluch.

20% dotázaných uvedlo, že mají absolutní sluch a jejich schopnost se zdá být na vysoké úrovni (rozpoznání tónu okamžitě, málo chyb, schopnost požadovaný tón i zazpívat).

Zbývajících 11% uvedlo, že mají částečný absolutní sluch – z dodatečných otázek vyplynulo, že jej projevují pouze na některý nástroj (většinou klavír), slyšený tón identifikují až po delší době (několik sekund) nebo nejsou schopni požadovaný tón sami zazpívat (pasivní absolutní sluch).

Nikdo z těch, kteří uvedli mají absolutní sluch, se jej vědomě neučili a uvědomili si jej poměrně záhy (okolo 5 let). Přibližně u 10% z nich se vyskytuje absolutní sluch také mezi blízkými příbuznými.

Dva z dotázaných, kteří mají absolutní sluch, uvedli, že mají vnímání tónů nebo tónin úzce spojené s barvami.

Většina dotázaných začala hrát na nástroj nebo byla v úzkém kontaktu s hudbou od útlého dětství, v tomto případě jsem nezaznamenal žádné rozdíly mezi těmi, kdo absolutní sluch mají a těmi, kdo jej nemají.

Podle názoru některých japonských studentek HAMU bývá procento lidí s absolutním sluchem mezi studenty hudebních oborů v Japonsku mnohem vyšší. Jejich tvrzení jsem však nemohl vlastním výzkumem ověřit.

Použité prameny:

Baharloo, S., Johnson, P. A., Service, S. K., Gitschier J. a Freimer. N. B. (1998). Absolute pitch: an approach for identification of genetic and nongenetic components. *American Journal of Human Genetics*, 62, 224-231.

Deutsch, D., Henthorn, T. a Dolson, M. (1999). Tone language speakers possess absolute pitch. Referát přednesený na 138th Meeting of the Acoustical Society of America, 1-5.11. 1999, Columbus, Ohio, USA,

Keprt, M.: Skrjabinovy analogie mezi barvami a tóny v kontextu podobných synestetických snah v umění jeho doby. Filosofická fakulta University Palackého v Olomouci, 2001. AUPO VI, 127-150.

Levitin, D. J.: Absolute pitch: perception, coding and controversies. *Trends in Cognitive Sciences*. London, 2005.

Levitin, D. J. (2004) L'oreille absolue. *L'Annee' Psychologique* 104, 103–120

Miyazaki (1989). Absolute pitch identification: Effect of timbre and pitch region. *Music Perception*, 7, 1-14.

Parncutt, R. and Levitin, D.J. (2001) Absolute pitch. *New Grove Dictionary of Music and Musicians* (Sadie, S. ed.), pp. 37–39, Grove

Poledňák, Ivan. *Stručný slovník hudební psychologie*, Supraphon 1984

Saffran, J. R. a Griepentrog, G. J. (2001). Absolute pitch in infant auditory learning: Evidence for developmental reorganization. *Developmental Psychology*, 37, 74-85.

Simpson J. a Huron D. (1994). Absolute pitch as a learned phenomenon: Evidence consistent with the Hick-Hyman law. *Music Perception*, 12, 267-270.

Takeuchi, A. H. a Hulse, S. H. (1991). Absolute-pitch judgments of black- and white-key pitches. *Music Perception*, 9, 27-46.

Ward, W.D. (1999). Absolute pitch. In D. Deutsch (ed.), *The Psychology of Music*, (str. 265-298), New York, Academic Press.

Wynn, V. T.(1992). Absolute pitch revisited. *British Journal of Psychology*, 83, 129-131.

Odkazy:

- Abraham, O. (1901). Das absolute Tonbewusstsein. Internationale Musikgesellschaft; Sammelbande, 3, 1-86.
- Oakes, W. F. (1951). An alternative interpretation of "absolute pitch". Transactions of the Kansas Academy of Science, 54, 396-406.
- Révész, G. (1913) Zur Grundlegung der Tonpsychologie, Leipzig, Veit.
- Ward, W.D. (1999) Absolute pitch. In *The Psychology of Music* (Deutsch, D. ed.), pp. 265–298, Academic Press
- Zatorre, R.J. (2003) Absolute pitch: A model for understanding the influence of genes and development on neural and cognitive function. *Nat. Neurosci.* 6, 692–695
- Miyazaki, K. and Rakowski, A. (2002) Recognition of notated melodies by possessors and nonpossessors of absolute pitch. *Percept. Psychophys.* 64, 1337–1345
- Oura, Y. a Eguchi, E. (1981) Is absolute pitch innate or acquired? Referát přednesený na Colloquium of the XVth International Music Festival, Brno.
- Miyazaki, K. Recognition of transposed melodies by absolute pitch possessors. *Jpn. Psychol. Res.* (in press)
- Lockhead, G.R. and Byrd, R. (1981) Practically perfect pitch. *J. Acoust. Soc. Am.* 70, 387–389
- Miyazaki, K. (1988) Musical pitch identification by absolute pitch possessors. *Percept. Psychophys.* 44, 501–512
- Deutsch, D. (2002) The puzzle of absolute pitch. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 11, 200–204 Wright, A.A. et al. (2000) Music perception and octave generalization in rhesus monkeys. *Exp. Psychol. Gen.* 129, 291–307
- Saffran, J.R. (2003) Absolute pitch in infancy and adulthood: The role of tonal structure. *Dev. Sci.* 6, 35–47
- Saffran, J.R. (2003) Mechanisms of musical memory in infants. In *The Cognitive Neuroscience of Music* (Peretz, I. and Zatorre, R.J. eds), pp. 32–41, Oxford University Press
- Wermke, K. et al. (2002) Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Med. Eng. Phys.* 24, 501–514
- Saffran, J.R. and Griepentrog, G.J. (2001) Absolute pitch in infant auditory learning: Evidence for developmental reorganization. *Dev. Psychol.* 37, 74–85
- Saffran, J.R. Changing the tune: The structure of the input affects infants' use of absolute and relative pitch. *Dev. Sci.* (in press)
- Plantinga, J. and Trainor, L.J. (2003) Long-term memory for pitch in six-month-old infants. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 999, 520–521
- Chin, C.S. (2003) The development of absolute pitch: A theory concerning the roles of music training at an early developmental age and individual cognitive style. *Psychology of Music* 31, 155–171
- Gregersen, P.K. et al. (2000) Early childhood music education and predisposition to absolute pitch: Teasing apart genes and environment. *Am. J. Med. Genet.* 98, 280–282
- Lenhoff, H.M. et al. (2001) Absolute pitch in Williams Syndrome. *Music Perception* 18, 491–503
- Brown, W.A. et al. (2003) Autism-related language, personality, and cognition in people with absolute pitch: Results of a preliminary study. *J. Autism Dev. Disord.* 33, 163–167
- Levitin, D.J. and Zatorre, R.J. (2003) On the nature of early training and absolute pitch: A reply to Brown, Sachs, Cammuso and Foldstein. *Music Perception* 21, 105–110
- Deutsch, D. et al. (2004) Absolute pitch, speech, and tone language: Some experiments and a proposed framework. *Music Perception* 21, 339–356
- Levitin, D.J. (2002) Memory for musical attributes. In *Foundations of Cognitive Psychology: Core Readings* (Levitin, D.J. ed.), pp. 295–310, MIT Press
- Shahin, A. et al. Enhancement of neuroplastic P2 and N1c auditory evoked potentials in musicians. *J. Neurosci.* (in press)
- Hirose, H. et al. (2002) People with absolute pitch process tones with producing P300. *Neurosci. Lett.* 330, 247–250
- Zatorre, R.J. and Beckett, C. (1989) Multiple coding strategies in the retention of musical tones by possessors of absolute pitch. *Mem. Cogn.* 17, 582–589
- Zatorre, R.J. et al. (1998) Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute and relative pitch. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 95, 3172–3177
- Levitin, D.J. (1994) Absolutememory for musical pitch: Evidence from the production of learned melodies. *Percept. Psychophys.* 56, 414–423
- Von Kries, J. (1892). Über das absolute Gehör. *Zeitschrift für die Psychologie und Physiologie des Sinnesorganes*, 3, 257.
- Wellek, A. (1938). Das absolute Gehör und seine Typen. *Zeitschrift für Angewandte Psychologie und Charakterkunde-Beihefte*, 83, 1-368.
- Seashore, C. E. (1938). *Psychology of music*. New York, McGraw-Hill Book Company.
- Lundin, R. W. (1963). Can perfect pitch be learned? *Music Education Journal*, 69, 49-51.