

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Fakulta zdravotnických věd**

**Ústav fyzioterapie**



**ELEKTROENCEFALOGRAFICKÝ  
BIOFEEDBACK U DĚTÍ SE  
SYNDROMEM DEFICITU POZORNOSTI  
SPOJENÝM  
S HYPERAKTIVITOU**

**Bakalářská práce**

**Radmila Mecová**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

**Vedoucí práce: Mgr. Barbora Kolářová**

**Olomouc 2011**

ANOTACE

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Název práce:** Elektroencefalografický biofeedback u dětí se syndromem deficitu pozornosti spojeným s hyperaktivitou

**Název práce v AJ:** Electroencephalographic biofeedback in children with attention deficit hyperactivity disorder

**Datum zadání:** 31-1-2011

**Datum odevzdání:** 6-5-2011

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

**Autor práce:** Mecová Radmila

**Vedoucí práce:** Mgr. Barbora Kolářová

### **Abstrakt v ČJ:**

Bakalářská práce se věnuje elektroencefalografickému biofeedbacku u dětí se syndromem deficitu pozornosti spojeným s hyperaktivitou jako jedné z možností terapie této poruchy. Práce obsahuje základní informace o elektroencefalografii, syndromu deficitu pozornosti (ADHD), vysvětluje princip biofeedbacku a neurofeedbacku. Dále se zaměřuje na neurofeedbackový trénink v souvislosti s ADHD a dalšími indikacemi. Cílem bakalářské práce je utřídění nynějších poznatků o této léčebné metodě spolu s jejím využitím v praxi, porovnání jednotlivých klinických studií zaměřených především na léčbu u dětí s ADHD a použití neurofeedbacku u dalších poruch, včetně např. cévní mozkové příhody.

### **Abstrakt v AJ:**

The topic of work is electroencephalographic biofeedback in children with attention deficit hyperactivity disorder. The EEG biofeedback is one possibility of therapy this problem. The work includes the basic information about electroencephalographic, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), explains the principle of biofeedback and neurofeedback. In next, it concentrates to neurofeedback training in connection with ADHD and further indications.

The aim of work is ordination the present knowledge about this therapeutically method together with its use in praxis, comparing the particular clinical studies specialized first of all to treatment the children with ADHD and application of neurofeedback to others disorders, including for example cerebrovascular accident.

**Klíčová slova v ČJ:** neurofeedback, syndrom deficitu pozornosti (ADHD), elektroencefalografie, biofeedback

**Klíčová slova v AJ:** neurofeedback, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), elektroencefalography, biofeedback

**Rozsah:** 51 stran

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Barbory Kolářové a uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne

.....

Děkuji především Mgr. Barboře Kolářové za ochotu, odborné vedení, cenné rady a připomínky k bakalářské práci, dále Julii Mecové za pomoc s překladem anglického textu

.

# OBSAH

Úvod .....	7
<b>1 Elektroencefalografie (EEG).....</b>	<b>9</b>
1.1 EEG vyšetření, elektrický potenciál.....	9
1.2 Podstata snímání.....	9
1.3 Metodika .....	10
1.4 Charakteristika EEG křivky .....	12
1.5 Průběh snímání .....	12
1.6 Výskyt jednotlivých EEG rytmů a klinické využití.....	13
<b>2 Biofeedback.....</b>	<b>15</b>
2.1 Využití biofeedbacku .....	15
<b>3 EEG biofeedback (EBF) .....</b>	<b>16</b>
3.1 Historie a současnost .....	16
3.2 Vybavení pro EBF .....	17
3.3 Provedení .....	18
3.4 Trénink.....	18
3.4.1 Tréninková lekce.....	18
3.5 Využití EBF .....	19
<b>4 Syndrom deficitu pozornosti (ADHD).....</b>	<b>20</b>
4.1 Epidemiologie .....	20
4.2 Příčiny vzniku .....	20
4.3 Klasifikace .....	21
4.4 Diagnostika .....	23
4.4 Vývoj .....	24
4.5 Možnosti léčby .....	24
4.5.1 Farmakoterapie .....	24
4.5.2 Alternativní terapie .....	25
4.5.3 Psychoterapie.....	25
4.6 Výskyt ADHD v dospělosti .....	26
<b>5 EEG biofeedback v souvislosti s ADHD.....</b>	<b>27</b>
5.1 Kurz EEG biofeedbacku při léčbě ADHD .....	28
5.2 Výhody EBF při léčbě ADHD .....	28
5.3 Limitace EBF při práci s dětmi .....	28
5.4 Praxe - komplexní terapie .....	28
<b>6 Elektroencefalografický biofeedback u dalších indikací .....</b>	<b>29</b>
6.1 Epilepsie.....	29
6.2 EEG biofeedback v léčbě drogově závislých.....	29
6.3 Neurofeedback u dětí s bolestmi hlavy .....	30
6.4 Neurofeedbackový trénink pro pacienty s cévní mozkovou příhodou.....	31
6.5 Učení pomocí neurofeedbacku u dětí s poruchou učení .....	31
6.6 Zlepšení výkonu pomocí neurofeedbacku .....	32
6.7 Další použití EBF .....	33
<b>Diskuse .....</b>	<b>34</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>42</b>
<b>Referenční seznam .....</b>	<b>43</b>
<b>Seznam zkratk.....</b>	<b>49</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>51</b>

# Úvod

V dnešní době se stále častěji setkáváme s dětmi, které trpí hyperaktivitou. Ta představuje problém nejen pro ně samotné, například horšími možnostmi začlenění do kolektivu, ale také pro jejich okolí. Náročným úkolem je starost o hyperaktivní dítě pro rodiče nebo učitele, kteří za něj mají plnou zodpovědnost. Nedá se totiž předpokládat, co dítě provede v mžiku sekundy, protože jedná velice rychle a především nečekaně, kdy si může také ublížit. O to obtížnější je kombinace syndromu deficitu pozornosti (ADHD), kdy se k hyperaktivitě přidává problém s pozorností. Tyto děti jsou velice aktivní a v některých případech ve škole až nezvladatelné, protože nevydrží sedět na jednom místě a tiše poslouchat.

Syndrom deficitu pozornosti spojený s hyperaktivitou je léčen především farmakologicky. Stále častěji se však klade důraz na alternativní terapie, mezi něž se řadí mimo jiné také EEG biofeedback, jež využívá zábavnou a nenásilnou formu učení vlastního mozku, která je u dětí oblíbená. Jedná se v podstatě o „video hru“ ovládanou pomocí myšlenek.

Princip je založen na neustálém monitorování mozkových vln pomocí elektroencefalografie, díky čemuž se určí přesná problematická frekvence u každého jednotlivce. Ta potom podává zpětnou vazbu tím, že dítě přesně vidí, co se v jeho mozku děje. Podle EEG je dále sestavena „hra“ tak, aby docházelo k tlumení aktivity v té části mozku, která u dětí způsobuje hyperaktivitu a naopak stimulaci aktivity v oblasti zodpovědné za pozornost.

Předmětem bakalářské práce je utřídění nynějších poznatků o léčebné metodě pomocí EEG biofeedbacku spolu s jejím využitím v praxi, porovnání jednotlivých klinických studií zaměřených především na léčbu u dětí s ADHD a použití neurofeedbacku u dalších poruch.

Bakalářská práce je uspořádána do šesti hlavních kapitol. Každá kapitola obsahuje další podkapitoly, které se zabývají danou problematikou podrobněji. První část se věnuje nejprve základním principům diagnostické metody EEG. Zaměřuje se zde na podstatu EEG, charakteristiku EEG křivky, průběh vyšetření, dále výskyt jednotlivých EEG rytmů a klinické využití EEG. Další kapitola přibližuje princip biofeedbacku s jeho použitím v praxi, na kterou navazuje EEG biofeedback se základními informacemi o této metodě (historii a současnosti, nutném vybavení, provedení EBF a tréninkové lekci). Následuje seznámení se syndromem ADHD

se zaměřením především na možnosti jeho léčby, ale také s informacemi o epidemiologii, příčinách vzniku, klasifikaci, diagnostice, vývoji a výskytu ADHD v dospělosti. Předposlední kapitola pojednává o použití EEG biofeedbacku u syndromu ADHD. Touto problematikou se podrobněji zabývá také diskuse, která vychází z jednotlivých studií prováděných na dané téma. Poslední kapitola naznačuje použití EEG biofeedbacku u dalších indikací, kam patří např. epilepsie, drogová závislost, léčba migrén, cévní mozkové příhody, porucha učení a také možnost zlepšení výkonu u zdravých jedinců.

Účinnost EEG biofeedbacku nebyla stále důsledně prokázána. I přes pozitivní výsledky je nutné provádění dalších studií, které se budou zabývat úspěšností a účinností této terapie, především pro nízký počet účastněných probandů a nemožnost srovnání s léčbou placebo efektem.



# 1 Elektroencefalografie (EEG)

Elektroencefalografie představuje základní elektrofyziologickou metodu pro diagnostiku mozkové aktivity. Zakladatelem této metody je Hans Berger, který v roce 1929 publikoval své zkušenosti s prvním EEG záznamem (Ambler aj., 2008; Mumenthaler, 2001).

## 1.1 EEG vyšetření, elektrický potenciál

Výhody EEG vyšetření jsou jeho snadná dostupnost, spolehlivost a možnost opakování bez významné zátěže pacienta. Mezi nevýhody patří závislost na subjektivním úsudku vyšetřujícího spolu s rizikem chybné interpretace výsledného popisu (Mumenthaler, 2001).

Standardní EEG vyšetření obsahuje tyto fáze:

- příprava pacienta (vysvětlení podstaty vyšetření pacientovi, umístění elektrod, určení a označení míry na měřidlech apod.),
- vlastní natáčení (obsahuje klidový záznam, záznam při hyperventilaci, případně fotostimulaci).

Konečné shrnutí neboli závěr EEG je podkladem pro posouzení, do jaké míry EEG nález souvisí s klinickými příznaky, zda podporuje podezření na určitou diagnózu, nebo ji naopak zpochybňuje. Interpretaci EEG výsledku a jeho správné vyhodnocení by měl provádět zkušený neurolog dostatečně obeznámen s problematikou (Ambler aj., 2008; Tichý, 1999).

## 1.2 Podstata snímání

Základní stavební jednotkou mozku jsou neurony, tvořeny tělem (soma) a výběžky - neurity, dendrity. Mezi jednotlivými neurony se nacházejí spoje (synapse), z nichž jsou některé více, jiné méně frekventované, tj. zatěžované převáděním vzruchů. Neuron je schopen na membránách dendritů a somatu buňky přijmout, zpracovat a po neuritu vyslat biochemicko-elektrický signál k dalším neuronům. Tyto membránové potenciály postupují od dendritů přes soma na neurit a po něm k synapsi na dalším neuronu rychlostí několika metrů za sekundu po vláknu bez myelinu a 10krát

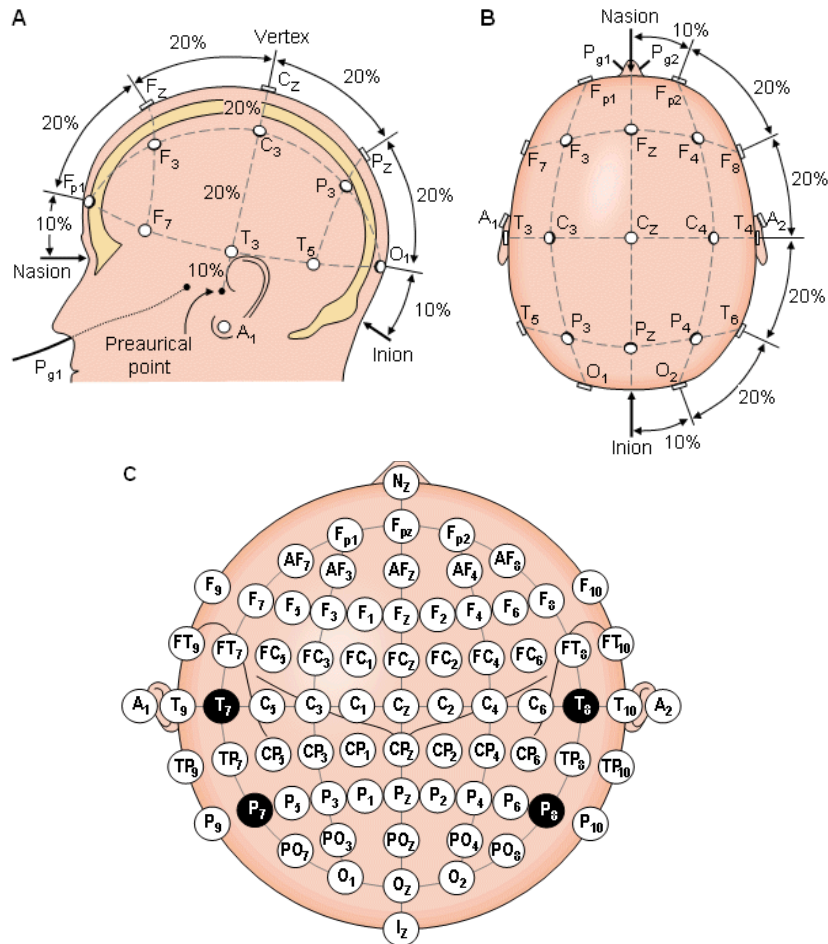
rychleji po myelinizovaném vlákně. Rozlišujeme dva základní potenciály - pomalé nazývané „stálé“ („standing“) a rychlé nazývané „hrotové“ čili impulzy, vzruchy („spiking“). Synchronizací především „standing“ potenciálů vzniká elektroencefalogram. Každý neuron má na povrchu tisíce až desetitisíce receptorů, což jsou místa schopná přijímat podráždění ve formě chemických posílů, mediátorů čili transmitterů neboli neurotransmitterů. Synapse na dendritech jsou excitační a větší synapse na somatu neuronů inhibiční povahy. Pracují na podkladě změny elektrického napětí membrány (depolarizace), kdy dochází k tzv. „houpaní“ elektrického membránového potenciálu spontánně z vnitřních mechanismů neuronu i provokovaně vlivem excitačních i inhibičních postsynaptických potenciálů z jiných neuronů. EEG tedy zaznamenává časoprostorové změny biopotenciálů mozku, které vznikají na základě aktivity vzrušivých membrán, na synapsích neuronových populací a pracují podle zákona „vše nebo nic“. Signál vzniká synchronizací elektrických nábojů membrán neuronů, dendritů a synapsí kortexu. EEG tedy představuje součet všech excitačních a inhibičních potenciálů. Kladné a záporné náboje vytvářejí dipóly, které jsou obvykle kolmé k mozkovému povrchu. Snímací elektrody registrují rozdíly mezi jednotlivými oblastmi mozku, které jsou po příslušném zesílení patrné na displeji počítačového přístroje, případně na papíře při papírovém EEG (Ambler aj., 2008; Faber, 2001; Kaňovský, 2007).

### 1.3 Metodika

Základem vyšetření je standardní umístění elektrod vždy ve stejné vzdálenosti od referenčních bodů, kterými jsou v sagitální rovině nasion-inion a v koronární rovině levý a pravý preaurikulární bod (viz obr.1, str. 11). Pacientovi se připevní elektrody na hlavu vždy dvě naproti sobě. Nejčastěji se používá takzvaný 10-20 systém, kdy jsou v sagitální i koronární rovině elektrody rozloženy tak, aby byly v každé pomyslné linii vzdáleny 10-20-20-20-10 % její celkové délky. Běžný počet elektrod je 19, z toho 8 je párových a 3 jsou nepárové. Každá pozice elektrody je označena velkým písmenem podle oblasti mozku, ve které se nachází (Fp - frontopolární, F - frontální, C - centrální, T - temporální, P - parietální a O - okcipitální) a indexem v podobě číslice (lichá čísla pro levou a sudá pro pravou hemisféru). Nepárové, tzv. vertexové elektrody popisuje písmeno z. Toto označení umožňuje rychlou orientaci při hodnocení záznamu (např. T3

je elektroda nad levou přední temporální oblastí, Fz vertexová frontální elektroda, O2 elektroda nad pravou okcipitální oblastí atd.) (Kolář, 2009; Urbánek, 2002).

**Obr. 1 - Rozložení elektrod při elektroencefalografii (Malmuvio & Plonsey, 1995)**



Základní jednotkou pro registraci bioelektrické aktivity je svod (derivation), který je tvořen dvěma elektrodami připojenými na dva vstupy diferenčního zesilovače jednoho EEG kanálu (Varsik, 1997).

Vlastní EEG se natáčí vsedě nebo vleže, kdy by měla být opakovaně testována reakce křivky na zavření a otevření očí. Další součástí vyšetření tvoří hyperventilace, jejíž podstatou je velmi hluboké pomalé dýchání vedoucí k hypokapnii. Následně dochází k mozkové vazokonstrikci s reaktivními změnami v EEG. Doporučuje se také kombinace hyperventilace ústy a nosem, přičemž jsou opět zaznamenány jednotlivé změny. Po skončení tohoto vyšetření se obvykle upravují fyziologické změny v EEG do 2-3 minut. Druhou nejčastější metodou je fotostimulace, která by se měla

provádět v setmělé místnosti. Ke stimulaci se používají záblesky bílého, případně červeného světla o intenzitě 0,2-0,6 Joulu. V základní aktivitě nad zadními kvadranty se objevují frekvence, které jsou shodné s frekvencí záblesků, nebo jsou vůči ní v harmonickém vztahu (tzv. driving). Mezi třetí významnou aktivační metodu patří spánková deprivace. Provádí se po probdělé noci, přičemž hlavní snahou je zachytit postupné usínání spolu s prvními stádii synchronního spánku. Záznam by měl trvat dostatečně dlouho (přibližně  $\frac{3}{4}$  hodiny), poté je pacient probouzen a provádí se hyperventilace případně fotostimulace (Ambler aj., 2008; Bartko, 1985).

#### 1.4 Charakteristika EEG křivky

Základní struktury EEG křivky tvoří tzv. grafoelementy, základní aktivita a tranzienty. Grafoelementy představují nejjednodušší komponenty, na které lze EEG křivku rozložit. Základní aktivita je převažující aktivita zaznamenaná na určitém místě po většinu doby vyšetření. Tranzienty jsou grafoelementy, které nápadně vystupují z pozadí (základní aktivity). Může se jednat o jednotlivé grafoelementy nebo o komplexy tvořené dvěma či více grafoelementy, vyskytujícími se společně a v relativně charakteristické formě. Do celkového hodnocení EEG patří nezbytně popis **frekvence** (počet grafoelementů za sekundu), **amplitudy** (výška grafoelementů, která se vyjadřuje v  $\mu\text{V}$ ), **tvaru, resp. morfologie** (mono- či polymorfní, mono-, bi-, trifázický), dále jejich **výskyty v prostoru** (lokalizace) i **v čase** (kontinuální, intermitentní, epizodická, paroxyzmální, periodická) a výskyt **artefaktů** (jakákoliv modifikace EEG aktivity způsobená extracerebrálním zdrojem). Dále se hodnotí **synchronie** (výskyt určité aktivity na různých místech kalvy), **symetrie** (výskyt aktivit stejného tvaru, frekvence, amplitudy nad homologními místy obou polovin hlavy) a **reaktivita** bioelektrické aktivity na působení určitého podnětu (Ambler aj., 2008; Varsik, 1997).

#### 1.5 Průběh snímání

Přípevnění elektrod není bolestivé, mohou být součástí čepice s vývodními kabely. Po zapnutí přístroj snímá elektrickou aktivitu mozku a zaznamenává ji v podobě křivky. Vyšetření se provádí ambulantně po dobu přibližně 30 minut, kdy jsou zobrazeny výchylky elektrických potenciálů ve formě vln. Hodnotí se již zmíněné prvky - především frekvence, amplituda, tvar, umístění a stranová symetrie těchto vln. Nejčastěji hodnocená frekvenční pásma se označují  $\delta$  (0,1-3 Hz),

$\theta$  (4-8 Hz),  $\alpha$  (8-12 Hz),  $\beta$  (12-36 Hz) a  $\gamma$  (36-44 Hz). Tato pásma jsou spojena s určitou aktivitou mozku (viz tab. 1). Vždy je třeba znát základní dva atributy významně ovlivňující EEG křivku - věk pacienta a stav vědomí a bdělosti (Kolář, 2009; Urbánek, 2002).

Za normální EEG je považováno takové, které odpovídá charakteristikám vyskytujícím se v příslušné věkové skupině a za daného stavu vědomí u většiny zdravých osob. Pro určité regiony mozku je charakteristický průběh určitých mozkových vln (Ambler aj., 2008).

**Tab. 1 - Frekvenční pásma mozkové aktivity dle Koláře (2009) s charakteristickým stavem mozku dle Fieľa (2007).**

Mozkové vlny	Frekvence (Hz)	Stav
DELTA	3Hz a méně	Hluboký spánek, v bdělosti patologické
THETA	4 – 8Hz	Kreativita, usínání
ALPHA	8 – 12Hz	Relaxace, zavřené oči
BETA	12 – 36 Hz	Koncentrace, logicko-analytické myšlení, neklid
GAMA	36Hz a více	Extrémní koncentrace, hluboká meditace

EEG využívá skutečnosti, že mozek při své práci mění svůj elektrický potenciál. Každou činnost (spánek, řešení matematických úloh, sledování televize) provází jiný typ mozkových aktivit (viz obr. 2, str. 14). Například při zavřených očích v bdění se u dospělého člověka vyskytuje symetrická aktivita nad týlními laloky v pásmu  $\alpha$ , která mizí s otevřením očí. Tento manévr je běžnou součástí vyšetření a může odhalit patologickou aktivitu, stejně jako již zmíněné hluboké dýchání (hyperventilace) a světelné blikání při zavřených očích (fotostimulace), (Kaňovský, 2007; Kolář, 2009).

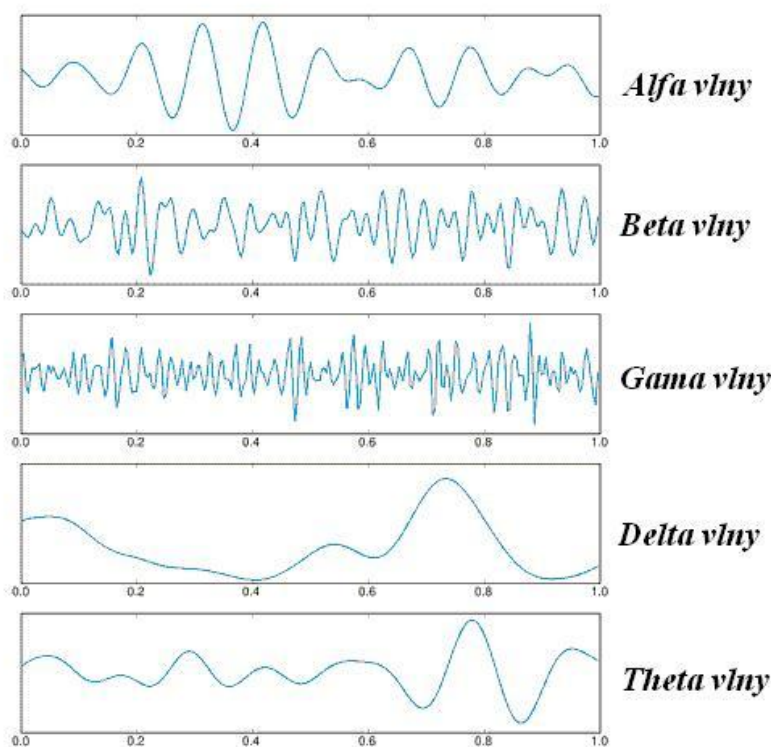
## 1.6 Výskyt jednotlivých EEG rytmů a klinické využití

Elektroencefalogram vzniká součinností neuronů thalamu a kortexu, přičemž hlavní zdroj EEG představují povrchové vrstvy kortexu. Thalamus má funkci generátoru rytmů. Normální EEG aktivita je většinou rytmická a má sinusoidní tvar. Základní rytmus představuje aktivita alfa s převahou nad zadními částmi lbi (okcipito-parieto-temporálně). Alfa aktivita se vyskytuje u mozku, který je zdravý, bdělý a zralý. Objevuje se při zavřených očích, tlumí se otevřením očí a mentální aktivitou.

Nad frontálními krajinami je dominantní beta rytmus, nereagující na otevření očí ani na dobrovolné nebo přikázané pohyby. Nad temporální krajinou se často objevuje theta aktivita, která nereaguje většinou na otevření očí a někdy bývá výraznější při emočním vzrušení. Pro temporální krajinu je také typické přecházení beta aktivity v theta, kdy spolu s SMR (senzori-motorickým rytmem) představují tzv. inhibiční fenomén. Inhibují především motoriku a nepřímo i hyperaktivní chování, což se využívá u dětí s ADHD syndromem, kde také zlepšují jejich schopnost koncentrace pozornosti (Faber, 2001).

Elektroencefalografie je interdisciplinárně klinicky využívána, nejvíce především v neurologii (při diagnostice epilepsie, nádorových onemocnění centrální nervové soustavy, neurochirurgických operacích, k posouzení hloubky anestezie, k informovanosti o vývoji komatózních stavů, u migrenózních bolestí hlavy či u jiných záchvatových stavů např. tetanie, atd.), dále tuto metodu využívá také psychiatrie, vnitřní lékařství, pediatrické obory, chirurgie a pracovní lékařství (Nevšimalová aj., 2002).

**Obr. 2 - Zobrazení jednotlivých mozkových vln v elektroencefalogramu  
([www.electropsychology.com](http://www.electropsychology.com), 2007)**



## 2 Biofeedback

Biofeedback představuje proces nebo techniku používanou k učení volní kontroly přes automatické a reflexně regulované tělesné funkce. Jeho hlavním cílem je podporovat získávání vlastní kontroly fyziologických dějů (Basmajian, 1979).

Může být také definován jako použití monitorujících přístrojů (obvykle elektrických) pro zaznamenání a zesílení vnitřních fyziologických procesů v těle, aby mohlo tyto běžně nedostupné vnitřní informace použít u daného člověka a doslova mu je vracet zpět v různé formě (Schwartz, 1987).

Aplikovaný biofeedback jako proces tvoří skupinu terapeutických procedur, které využívají elektrické nebo elektromechanické přístroje k přesnému měření průběhu dějů v lidském těle. Na základě těchto měření informují pomocí zpětné vazby člověka zesíleným charakterem o jeho neuromuskulární a autonomní aktivitě, normální i abnormální, o formě analogové nebo binární. Dané informace poskytuje zvukovými a/nebo zrakovými zpětnými signály (Basmajian, 1979).

Nejlepší dosažení efektu spočívá ve spolupráci s biofeedbackovými odborníky, kteří jsou objektivní a mohou pomoci rozvoji k většímu uvědomění si sebe sama a volní kontrole daných fyziologických procesů, které bývají mimovolní a/nebo neuvědomělé. Vše se děje nejprve díky kontrole zevních signálů a poté při použití vnitřních psychofyziologických podnětů (Schwartz, 1987).

### 2.1 Využití biofeedbacku

Možnosti biofeedbacku pojednávají o různých druzích nástrojů pro fyzické záznamy a zpětnou vazbu. Mezi tři z nejběžněji používaných možností patří EMG, měření periferní teploty jako teplotní index periferního krevního toku a měření aktivity potních žláz. Další varianty používané v biofeedbackovém výzkumu a aplikované prakticky představuje EEG neboli měření elektrické mozkové aktivity, dále měření krevního tlaku, elektrokardiografie, elektrogastrografie a dechová zpětná vazba. Poté jsou zde varianty používající měřiče napětí pro zpětnou vazbu o respiraci, snímače pro zpětnou vazbu o napětí svalů, váze, očních pohybech a aktivitě srdce (Schwartz, 1987; Basmajian, 1979).

### 3 EEG biofeedback (EBF)

Jedná se o terapeutickou metodu, založenou na principu učení a operantního podmiňování (učení úspěchem), kdy je pacientovi neustále poskytována informace o jeho okamžité a přesné mozkové aktivitě. Tím vzniká možnost, aby se ji naučil ovládat.

Základní koncept – operantní podmiňování se opírá o Thorndikův zákon efektu (Thompson & Thompson, 2003). Ten vychází z předpokladu, že je-li chování odměněno, zvyšuje se pravděpodobnost jeho opětovného výskytu (Drtilková, 2007; Kopřivová, 2007).

EEG biofeedback bývá stále častěji využíván u širokého spektra poruch, přičemž jednotlivé indikace jsou podloženy kazuistickými, nekontrolovanými i kontrolovanými studii. Mezi nejlépe ověřenou metodu patří indikace u syndromu ADHD/ADD a epilepsie (Kopřivová, 2007).

#### 3.1 Historie a současnost

V roce 1924 Hans Berger zkonstruoval první elektroencefalograf - přístroj schopný grafického zaznamenání mozkové elektrické aktivity měřené na lebce. Měřil svého syna, kdy pozoroval rytmické změny v napětí frekvence 10 Hz. Tato aktivita převládající ve stavu relaxace se stala známou jako vlny alfa (Norris, Currieri, 2009).

V roce 1958 se Joe Kamiay rozhodl studovat, zda ovládáme schopnost subjektivně rozlišovat mezi druhy vln generovanými naším mozkiem. Osoba zkoumaná elektrografem byla instruována odpovídat v náhodných momentech, zda si myslí, že byla v „alfa hladině“. Poté byla informována o správnosti jejich odpovědí. Zpočátku byl počet chyb roven počtu odpovědí. V dalších dnech, se však odpovědi stále více shodovaly a po čtyřech dnech byly bez chyby. Subjekt byl také schopen dosáhnout hladiny alfa na požádání. Kamiay brzy vyvinul zdokonalenou verzi aparátu, automaticky provádějící feedbackový signál ve formě tónu v momentě převahy alfa vln. Použitím zařízení demonstroval, že je možné naučit vědomé kontrole všeobecného režimu mozkové aktivity a přitom kontrolovat stav vědomí a kvalitu mentálních funkcí. Tímto způsobem začal fungovat neurofeedback (Norris, Currieri, 2009).

V roce 1971 Barry Sterman inicioval terapeutickou aplikaci neurofeedbacku. Trénink, který zvýšil úroveň tzv. vln senzory-motorického rytmu (zpočátku testován



na zvířatech), poukázal na snížení frekvence epileptických záchvatů u lidí. V průběhu konce sedmdesátých let začal Joel Lubar výzkum aplikace metody na dětech s poruchou pozornosti a hyperaktivitou. Zkoumané efekty ukázaly často podstatně lepší výsledky než při léčení léky nebo klasickými psychofarmaceutiky. V léčení ADD/ADHD je proto dnes stále častěji aplikován neurofeedback. V dalších dekadách byla metoda používána na jiné psychologické poruchy, včetně napětí, závislosti, deprese a posttraumatické stresové poruchy.

Významnou bariérou pro rozvoj neurofeedbacku byl počáteční nedostatek pochopení v profesionální společnosti a finanční nedostupnost. Rok 1999 se ale ukázal průlomovým, kdy akademický tisk publikoval první vědeckou monografii na neurofeedback. Nyní americké pojišťovací společnosti kryjí náklady léčení poruch pozornosti touto metodou. Počet vědeckých publikací na tomto poli se zvyšuje každý rok. Neurofeedback vyvinut v USA je stále známější i v jiných zemích. Byla také založena Biofeedbacková nadace v Evropě a Evropský odbor mezinárodní společnosti pro neurologickou regulaci (Norris, Currieri, 2009).

Zvláštní disciplínu představuje ne-terapeutická aplikace neurofeedbacku pro provedení tréninku na posílení mentálního výkonu nebo zvýšení imunity vůči stresu (Kopřivová, 2007; Norris, Currieri, 2009).

### 3.2 Vybavení pro EBF

Pro snímání, analýzu EEG a následný elektroencefalografický biofeedback je potřebné EBF vybavení. K tréninku stačí zesilovač s několika kanály. Pro úvodní diagnostiku a závěrečné zhodnocení efektu léčby je však výhodnější mít technické vybavení k získání informace z 19 či více kanálů. Umístění elektrod vychází z mezinárodního systému 10-20 (viz obr. 1, str. 11). Nejdříve dochází k vyfiltrování frekvenčního pásma v oblasti zájmu. Poté je signál převeden do digitální podoby a zpracován v počítači díky spektrální analýze případně bývá použit digitální filtr k extrakci pásem určených pro trénink (Kopřivová, 2007).

Informace je promítána na dvě obrazovky pomocí softwaru. Na první bývá zobrazeno EEG spektrum a lze zde nastavit tréninkové parametry (výšky amplitud, frekvenční pásma, typ tréninku apod.). Druhá obrazovka, určena pro trénujícího, má většinou podobu hry. Stejně tak jako se liší zvukový feedback, také hry nejsou jednotné. Rozlišují se grafikou (dvou či trojrozměrné), charakterem, obsahem, rychlostí

pohybu obrazu atd. U některých systémů bývá dále využíván tzv. kontinuální feedback (např. hudba, jež se zesiluje či zeslabuje dle vzdálenosti od nastaveného prahu; nebo nelibozvučné melodie, které se vyskytnou při nesplnění kritérií). Jiná zařízení používají kombinaci kontinuálního feedbacku s diskretním (bez zvukového doprovodu) nebo jen diskretní zvuk při úspěchu. Bývá doporučováno vložení diskretních událostí, tzn. přerušování biofeedbacku po každém úspěchu a odměně na 2 sekundy. Tato odměna má chránit před přesycením informacemi. Také obrazovka a tréninková místnost by měly být co nejméně podnětné, aby odměna byla asociována pouze s EEG změnou. Jelikož však nejčastější indikací neurofeedbacku představují poruchy pozornosti u dětí, vytvořili klinici různorodé a zajímavé hry (Kopřivová, 2007).

### 3.3 Provedení

Při elektroencefalografickém biofeedbacku je pacientovi snímán průběh mozkových vln pomocí EEG, který program třídí do frekvenčních pásem a převádí je do podoby zpětné vazby (zrakové i sluchové), zpravidla právě ve formě hry. V této hře je pacient úspěšný či nikoliv podle toho, zda se průběh jeho EEG shoduje s parametry nastavenými terapeutem (Tyl, 2004).

1. Ve vstupním vyšetření se zjistí, co potřebuje pacient na fungování svého mozku zlepšit (soustředění, pozornost, vůli, paměť, uvolnění apod.) Odhaduje se, proč mozek nefunguje, jak by měl. Zjistí se záznam EEG.
2. Provede se zkušební EEG biofeedback trénink, u kterého se určuje, jaký může mít u daného pacienta úspěch (Tyl, 2004).

### 3.4 Trénink

Trénink pomocí elektroencefalografické biologické zpětné vazby je bezbolestný a hravý, což ocení především děti (Drtílková, 2007).

#### 3.4.1 Tréninková lekce

Při lekci neurofeedbacku sedí pacient na naklánějící se židli a sleduje display, kde je puštěno video se zvukovým záznamem. Průběh mozkových vln vidí před sebou pacient na obrazovce "přeložený" do podoby video hry, kterou hraje pouze silou své

myšlenky - vůlí, bez použití klávesnice nebo myši. "Hru" ovládá jen činností svého mozku. Dalo by se říct, že mozek řídí sám sebe. V praxi to znamená, že např. rychlost auta na obrazovce se řídí podle frekvence EEG aktivity (většinou se jedná o SMR), jejíž množství chceme zvyšovat. Tato rychlost je probandovi odměnou za to, že má zvýšen senzori-motorický rytmus. Chceme-li také relaxaci, používáme akcentaci alfa aktivity atd. Narůstá-li tedy v žádoucím pásmu mozku aktivita mozkových vln, je hráč odměňován úspěšnými výsledky. Když však vzrůstá aktivita v nežádoucím pásmu, úspěch ve hře mizí. Mozek reaguje postupně na motivační vodítka. Ta mu počítač poskytne tím, že ho odměňuje za dobré výsledky ve hře. Mozek sám začne rozvíjet proces učení nových, vhodnějších frekvencí mozkových vln (Drtíková, 2007; Tyl, 2004; Faber, 2001).

### 3.5 Využití EBF

EEG biofeedback bývá stále častěji využíván u širokého spektra poruch. Cílem tréninku senzori-motorického rytmu při léčbě ADHD je především naučit se mít co nejvíce relaxace v motorickém systému (mít co nejvíce svalové a tím nepřímo i mentální relaxace). Mezi nejlépe ověřenou metodu patří indikace právě tohoto principu u syndromu ADHD a epilepsie. V jednotlivých zdrojích (Monastra aj., 2005; Serman & Egner, 2006; Trudeau, 2005; Hammond, 2005; Vernon, 2005) bývá uváděno, že se jedná o velice slibnou metodu, která však potřebuje další vědecké zkoumání.

## 4 Syndrom deficitu pozornosti (ADHD)

Jedná se o zkratku, která je používána stále častěji v souvislostech s hyperaktivitou u dětí. Vychází z terminologie Americké psychiatrické asociace a označuje „attention deficit hyperactivity disorder“ do češtiny překládán jako syndrom deficitu pozornosti spojený s hyperaktivitou (Drtílková, 2007; Rothenberger, 2006).

U dětí se tento syndrom projevuje nepozorností, nadměrnou aktivitou a impulzivním chováním, přičemž se nejedná o krátkodobou záležitost. Příznaky jsou u dětí pozorovány chronicky, již od raných vývojových stádií (obvykle v prvních pěti letech života). Nejvíce výrazné jsou však v době vstupu dítěte do základní školy, kdy nastávají situace, které jsou náročné právě na udržení pozornosti, kontrolu pohybů a tlumení impulzů (Arcelus & Munden, 2008; Jucovičová & Žáčková, 2010).

### 4.1 Epidemiologie

Výskyt ADHD je v populaci dětí do 18 let odhadován mezi 3 a 18 %. Názory na výskyt v závislosti na pohlaví se liší podle různých autorů. Dle Drtílkové (2007), se však poruchy objevují 3-9krát častěji u chlapců ve srovnání s dívkami. Nediagnostikované děti a jejich rodiny se potýkají s nesnázemi a problémy, které jsou potenciálně léčitelné.

### 4.2 Příčiny vzniku

Současné znalosti lidského mozku jsou mnohem podrobnější než v minulosti, což způsobuje, že se příčiny mnoha psychických poruch zdají být mnohem složitější. U ADHD se mohou uplatnit jak genetické, tak i negenetické faktory zasahující převážně prenatálně. Do jisté míry mohou později příznaky také potlačit nebo posílit vlivy prostředí (způsob rodičovské výchovy, společenské prostředí), ve kterém dítě vyrůstá. K rizikovým negenetickým faktorům patří například konzumace alkoholu a kouření matky v době gravidity, nízká porodní váha nebo předčasné a komplikované porody spojené s nedostatkem kyslíku (Jucovičová & Žáčková, 2010).

### 4.3 Klasifikace

Americké diagnostické manuály rozlišují tři základní subtypy poruchy (viz tab. 2), podle toho, jak se jednotlivé symptomy podílejí na klinickém obraze. Pro diagnózu ADHD není vyžadováno, aby byly současně přítomny všechny základní příznaky.

- ADHD inattentive type (s převládající poruchou pozornosti)

Dítě má problémy se školními úkoly, neudrží pozornost při hře, je zapomětlivé v denních aktivitách, neposlouchá instrukce, nedokončuje úkoly, má organizační problémy, ztrácí věci, atd.

- ADHD hyperactivity/impulsivity type (s převládající hyperaktivitou a impulzivitou).

Dítě často neúčelně pohybuje rukama nebo se vrtí na židli, opouští lavici ve třídě, pobíhá nebo přelézá v nepřiměřených situacích, obtížně při hrách zachovává klid a ticho, je „stále v pohybu“, je nadměrně mnohomluvné, impulzivně vyhrkne odpověď před dokončením otázky, nezvládne čekat v pořadí, přerušuje ostatní, apod.

- ADHD combined type (smíšený typ)

**Tab. 2 - Subtypy ADHD a jejich prevalence u dětí a dospělých**

Subtyp ADHD	Prevalence u dětí (%)	Prevalence u dospělých (%)
Převážně nepozorný	25-30	35-40
Převážně hyperaktivní/impulzivní	10-20	> 5
Smíšený	> 50	> 50

Mezi další příznaky ADHD patří například zvýšená dráždivost, agresivní a nepřiměřené reakce, časté konflikty s vrstevníky, neschopnost udržet přátelství, a další. Je tedy také nutná evidence sociálních vztahů pro případné vyloučení jiné psychické poruchy. V souvislosti s ADHD se také vyskytuje velice často porucha chování, se kterou dále souvisí kriminalita, agresivita, závislost na drogách nebo alkoholu v dalším životě (Drtílková et al., 2007).

Diagnostická kritéria (viz tab. 3, str. 23) používaná lékařskými odborníky se aktualizují a zlepšují v závislosti na zkvalitňování znalostí v oblasti nemocí a poruch. V současné době existují a používají se hlavní dva klasifikační systémy:

1. Klasifikační systém Světové zdravotnické organizace u nás známý jako Mezinárodní klasifikace nemocí, 10 revize neboli MKN-10.
2. Klasifikační systém Americké psychiatrické asociace (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4<sup>th</sup> edition, neboli DSM-IV) (Arcelus & Munden, 2008).

**Tab. 3 - Klinická diagnostická kritéria HKP podle MKN-10 a ADHD podle DSM-IV (www.zdn.cz, Cahová)**

Diagnostická kritéria HKP podle MKN-10	Diagnostická kritéria ADHD podle DSM-IV
<b>Symptomy poruchy pozornosti: alespoň 6 příznaků po dobu 6 měsíců</b>	<b>Kritéria A1: 6 nebo více příznaků trvajících minimálně 6 měsíců.</b> <b>Porucha pozornosti:</b>
obtížná koncentrace pozornosti	nepozornost při školních úkolech, opomíjení detailů, chyby z nepozornosti
neposlouchá	neudrží pozornost při hře
nedokončuje úkoly	neposlouchá během rozhovoru
vyhýbá se úkolům vyžadujícím mentální úsilí	neposlouchá instrukce, není schopno dokončit úkol
nepořádný, dezorganizovaný	organizační problémy
ztrácí věci	nesnáší úkoly vyžadující mentální úsilí, vyhýbá se jim
roztržitý	ztrácí věci
zapomnětlivý	dá se snadno rozptýlit vnějšími podněty
	častá zapomnětlivost
<b>Symptomy hyperaktivity: alespoň 3 příznaky po dobu 6 měsíců.</b>	<b>Kritéria A2: 6 nebo více příznaků hyperaktivity-impulzivity trvajících minimálně 6 měsíců, nepřiměřených vývojovému stupni.</b> <b>Hyperaktivita:</b>
neposedí, vrtí se	neklid rukou, nohou, vrtí se na židli
pobíhá kolem	vstává ve třídě, když má sedět
vyrušuje, je hlučný, obtížně zachovává klid	často pobíhá v nevhodných situacích
v neustálém pohybu	neumí si hrát tiše
excesivně mnohomluvný	trvale příliš vysoká motorická aktivita
	nadměrně mnohomluvný
<b>Symptomy impulzivity: alespoň 1 příznak po dobu 6 měsíců</b>	<b>Impulzivita:</b>
nezdrženlivě mnohomluvný	často vyhrkne odpověď na otázky, které ještě nebyly dokončeny
vyhrkne odpověď bez přemýšlení	často není schopno čekat ve frontě nebo až přijde na řadu ve hře či komunikaci
nedokáže čekat	často přerušuje ostatní nebo se jim vnucuje
přerušuje ostatní	často příliš mluví bez ohledu na sociální zábrany

#### 4.4 Diagnostika

Jednotlivé symptomy (hyperaktivita, impulzivita, nepozornost) musí trvat minimálně šest měsíců, přičemž nejsou přiměřené danému vývojovému stupni. Diagnostika této poruchy se skládá z řady vyšetření, rozhovorů a pozorování. Nejprve změny zpravidla zaznamenají rodiče, kteří by se měli obrátit na výchovného poradce. Dále je nutné

vyšetření pomocí kvalifikovaného a dostatečně zkušeného odborníka - dětského psychiatra.

Stanovení přesné diagnostiky ADHD obsahuje rozhovor s matkou a s učitelem, podrobné klinické vyšetření dítěte, doplňující dotazníky s hodnocením pomocí škál. Také je nutné použití tělesných, laboratorních, zobrazovacích a elektro-fyziologických vyšetřovacích metod a psychologické vyšetření (Arcelus & Munden, 2008; Drtílková et al., 2007).

#### 4.4 Vývoj

Řada dětí není díky přísným kritériím hyperkinetických poruch v České republice léčena. U menší části dětí se hyperkinetické projevy mohou v době puberty zmírnit nebo dokonce vymizí. Asi u poloviny postižených však přechází do adolescence a dospělosti. Pohybový neklid bývá u starších méně nápadný, ale poruchy pozornosti a impulzivita často přetrvávají. Mohou tak být zbytečně příčinou zvýšeného rizika nehod, při kterých dochází k závažným úrazům (dopravní nehody, popáleniny, utonutí při skoku do neznámé vody atd.). Pokud se podaří poruchu včas rozpoznat a správně léčit, mělo by být možné najít profesi a životní způsob, který nebude působit zásadní potíže. Proto je důležité identifikovat děti s ADHD a zavést efektivní léčbu a strategická opatření co nejdříve (Arcelus & Munden, 2008; Drtílková, 2007).

#### 4.5 Možnosti léčby

Nejčastější terapie využívá léčbu pomocí farmakoterapie, která zahrnuje podávání psychostimulancií a některých dalších látek ovlivňujících dopaminový a noradrenalinový systém. Mezi nejznámější léky patří methylfenidát (Ritalin) a dexamfetamin (Dexadrin). V ČR je zatím registrován pouze methylfenidát (Drtílková, 2007).

##### 4.5.1 Farmakoterapie

Methylfenidát snižuje hyperaktivitu a impulzivitu a zvyšuje rozsah pozornosti, což se u dětí projevuje redukcí problémů. Dětem se současně se sebeovládáním zvyšuje také jejich sebevědomí. Dochází ke zlepšení mezilidských vztahů a školních výsledků. Léky se však musí brát pravidelně ve správně určených dávkách. Tablety je potřeba brát přibližně každé čtyři hodiny. Ritalin patří ke kontrolovaným lékům, vydávaným pouze



na předpis, čímž se zabraňuje jeho zneužívání. U dětí se mohou vyskytnout různé vedlejší účinky, mezi které patří především nespavost a nechutenství. Dále se mohou začít projevovat tiky, větší nervozita nebo deprese. Děti si mohou také stěžovat na bolesti břicha, bolest hlavy, nutkání na zvracení, malátnost, sucho v ústech nebo zácpu. Vedlejší účinky se vyskytují především u příliš vysokých dávek, kdy je nutné dávky snížit.

U dětí, které Ritalin užívají, se doporučuje provádět každých šest měsíců odběry krve, kontrolu výšky, hmotnosti a krevního tlaku.

Užívání léků je dlouhodobá záležitost. Některé děti z ADHD „vyrostou“ a mohou léky přestat brát, jiní je však musí užívat i v dospělosti. Po určité době se doporučuje medikaci přerušit na týden až dva, aby se zjišťovala případná možnost ukončení léčby (Arcelus & Munden, 2008).

#### **4.5.2 Alternativní terapie**

Z důvodu rostoucích obav z kardiovaskulárních toxicit amfetaminu a metylfenidátu mnoho pacientů a jejich rodin hledá alternativní možnosti. Dobře založená alternativní terapie zahrnuje hypnózy, relaxační tréninky, modifikace diet a podávání doplňků stravy, včetně vitamínů, minerálů, rostlinné stravy, aminokyselin, esenciálních mastných kyselin, fosfolipidů a probiotik v kombinaci s psychoterapeutickými technikami (Drtílková, 2007).

Další alternativní léčbou je EEG biofeedback, také znám jako neurofeedback, který je podporován rozsáhlým pozorováním zaznamenaným v literatuře, včetně rozsáhlých klinických experimentů. Účelem těchto pozorování je shrnutí důkazů podporující EEG feedback jako léčbu ADHD (Drtílková, 2007; Rothenberger, 2006).

#### **4.5.3 Psychoterapie**

Problémy, se kterými se děti s ADHD potýkají, by neměly být řešeny pouze pomocí léků. Správná terapie využívá také řadu různých terapeutických technik, které jsou vytvořeny tak, aby co nejvíce odpovídaly individuálním potřebám dítěte. Mezi nejběžněji používané psychologické postupy patří:

- výcvik rodičů (zaměřen především na rady pro rodiče),

- behaviorální terapie (využívá principu učení k získání žádoucích reakcí a vzorců chování výměnou za nežádoucí prostřednictvím příkladů z běžného života),
- analýza ABC (spočívá v uvědomování si situací, které vyústily v určitou reakci chování a dalšího dopadu tohoto chování na okolí),
- pozitivní posilování (snaží se o motivaci dítěte a jeho ocenění) (Arcelus & Munden, 2008).

#### 4.6 Výskyt ADHD v dospělosti

Denkle aj. (1976) vypracoval studii, podle které je ADHD přítomno u 31 – 66 % dospělých, jež trpěli tímto syndromem v dětství a příznaky této poruchy se u nich vyskytují i nadále. Celkově tedy 1 - 2% populace splňují diagnostická kritéria ADHD (s prevalencí jednotlivých typů viz tab. 2, str. 21).

## 5 EEG biofeedback v souvislosti s ADHD

Farmakologická léčba poruchy ADHD se pokládá za jedinou efektivní intervenci pro zmírnění hlavních symptomů tohoto stavu. Přibližně 25% pacientů na psychofarmakologickou léčbu nereaguje. Je tedy potřeba nabídnout jim jiné možnosti terapie, protože porucha není zvládnutelná pouze pedagogicko-psychologickými přístupy. Studie také demonstrují nepříznivé vedlejší účinky a nedostatečnou odpověď na existující medikamentózní léčbu. Jen malá část pacientů s ADHD prokazuje po medikaci natolik dostatečné zlepšení, aby mohli být považováni za normalizované. Existuje i velká variabilita ve stupni zlepšení u pacientů, kteří na medikaci reagovali (Novotný, 2009).

EEG biofeedback vychází z neurofyziologického výzkumu, který objasnil vztah mezi povrchovým EEG a hlubším thalamokortikálním mechanismem, zodpovědným za jeho rytmus a modulaci mozkové frekvence. Změny v bdělosti a kontrole chování se zdají být přímo vázané na specifický thalamokortikální mechanismus. Tyto změny jsou pozorovatelné ve výrazných EEG frekvenčních rytmech, které se objevují ve specifických topografických oblastech mozku. Neuropatologie, mezi něž se řadí i ADHD, se vyznačuje změnou těchto rytmů. Pacienti s ADHD vykazují charakteristické plošné rozrušení. EEG studie ukázaly, že děti s ADHD mají rostoucí theta aktivitu (pomalou vlnu) a snižující beta aktivitu (rychlou vlnu) ve srovnání s normální kontrolou. Proto EEG biofeedbackový trénink zaměřený na normalizaci frekvenčních rytmů způsobuje pozitivní změnu klinického obrazu (Novotný, 2009; Friel, 2007).

Děti s ADHD, které absolvovaly EBF trénink, jsou schopny snížit theta aktivitu, která je spojena se sněním nebo se silným citovým rozrušením a zvýšit beta aktivitu, spojenou s trvalou pozorností. Cílem je, aby tato změna žádoucích mozkových aktivit byla přímým výsledkem tréninku neurofeedbacku. Základem EBF programu je zabránění zpomalení mozkové kůry a normalizace EEG aktivity v místech, která jsou zodpovědná za pozornost a kontrolu chování (Baydala aj., 2001; Friel, 2007).

EEG biofeedback je používán u dětí s ADHD především pro trénink pozornosti a soustředění, sebeovládání a sebekázeň (zklidnění impulzivity a hyperaktivity), případně pro zlepšení výkonu intelektu. Účinek má také na poruchy spánku, zejména na noční děsy, pomočování a problémy s usínáním. Dále se může uplatnit u vývojových vad řeči a specifických poruch učení (dyslexie, dyskalkulie), (Tyl, 2003).

### 5.1 Kurz EEG biofeedbacku při léčbě ADHD

Typický kurz EBF terapie obsahuje minimálně 20 půlhodinových sezení, rozdělených do 6-12 týdenních period. Ačkoliv hodnocení pokroku je rozdílné od pacienta k pacientovi, významný výsledek je často pozorován již v průběhu prvních několika týdnů terapie (Friel, 2007).

### 5.2 Výhody EBF při léčbě ADHD

Unikátnost EEG biofeedbacku spočívá ve faktu, že v této metodě nemůže být pacient neúspěšný, protože parametry tréninku mu vždy určuje terapeut podle aktuálního stavu. Dochází tak k posilování sebevědomí a facilitaci procesu učení. Vzhledem k povzbudivým výsledkům se jeví metoda jako slibná, zvláště tam, kde nemohou být děti s ADHD léčeny psychofarmaky pro nonrespondenci (Novotný, 2009).

### 5.3 Limitace EBF při práci s dětmi

Skupiny provádějící studie nikdy nepracovaly s dětmi pod 6 let, dále s dětmi, které vykazovaly opožděný vývoj, neurologickou nebo psychiatrickou poruchu. Pacienti z rodin s významnými partnerskými problémy, které by mohly ovlivnit výsledky léčby, také nebyli zahrnuti (Friel, 2007).

### 5.4 Praxe - komplexní terapie

Z důvodu zvýšení celkové účinnosti je v praxi prováděna komplexní terapie, kdy se klienti učí používat různé facilitační techniky včetně kognitivních strategií, které vylepšují jejich schopnosti učit se, uspořádat si poznatky a dostávat se vlastní vůlí do bdělého a soustředěného duševního stavu (Novotný, 2009).

## 6 Elektroencefalografický biofeedback u dalších indikací

### 6.1 Epilepsie

Epilepsie představuje skupinu syndromů, které se vyznačují výskytem „nervových“ záchvatů u člověka. Etiologie i morfologická příčina těchto záchvatů je různá. Mezi jednotlivými záchvaty je nemocný většinou bez příznaků a bez potíží. Epileptický záchvat vzniká náhlou dysbalancí excitačně-inhibiční rovnováhy určité neuronální populace v mozku. Záchvat se může projevit klinicky poruchou vědomí, příznaky motorickými, senzitivně-senzorickými, vegetativními i psychickými s různou asociací těchto projevů nebo pouze subklinicky, a to epileptiformní aktivitou EEG (Faber, 2001; Nevšímalová aj., 2002).

Téměř 50 miliónů lidí trpí epilepsií, což je 0,8 % celkové populace dle Světové zdravotnické organizace. Pomocí léků se úspěšně kontrolují záchvaty u 2/3 případů. Stále se však sledují potenciální vedlejší účinky a zdravotní rizika spojená s dlouhodobým užíváním antiepileptik. Při neúspěchu medikamentózní léčby, se epileptické záchvaty řeší pomocí neurochirurgie, která má limitované úspěchy. Proto by byla vhodná neinvazivní léčba pomocí neurofeedbacku, stejně jako pro třetinu pacientů, u kterých nebyla léčba pomocí medikamentů úspěšná (Tan aj., 2009).

Neurofeedback je dále dle Tana aj (2009) slibnou metodou v léčbě epilepsie pro těhotné ženy, které při léčbě neriskují zdraví svých dětí jako při medikamentózní terapii. Může se ale pouze spekulovat, jak by bylo neurofeedbackové léčení úspěšné u pacientů, u kterých je epilepsie dobře kontrolovatelná medikamenty.

### 6.2 EEG biofeedback v léčbě drogově závislých

Závislost na lécích zahrnuje poruchu související s užíváním drog (alkoholu, marihuany, heroinu, kokainu a methamfetaminu). Tyto závislosti reprezentují nejběžnější psychiatrickou poruchu vyúsťující ve vážnější poškození vědomí a chování. Akutní a chronické závislosti na drogách jsou následkem významné změny mozkové aktivity, zjiřitelné pomocí metod EEG (Sokhadze aj., 2008).

Léčba pomocí neurofeedbacku, byla poprvé provedena Eugenem Penistonem (Peniston a Kulkosky 1989, 1990) a je známá jako Penistonův Protokol. Pacienti, využívající neurofeedback dosahovali vybavení úspěšných představ (být střízlivý,

odmítnutí nabídky alkoholu, být šťastný), což vedlo ke snížení alfa-theta stavu. Opakovaná sezení byla úspěšná v dlouhodobé abstinenci a testech ve změnách osobnosti.

Závěrečná hodnocení pro léčbu drogově závislých představují velice rozsáhlé téma, protože různé drogy jsou spojeny s odlišnými vzory v EEG abnormalitě. Efektivnost léčby v této skupině obtížně léčitelné populace je velice slibná, také s atraktivní vyhlídkou kombinace efektivní medikace, neurofyziologie a sebeaktualizující léčby pro drogově závislé. Tento přístup může podpořit kladné výsledky, obzvláště u pacientů nereagujících na tradiční léčbu. Přesto nejsou uvedeny systematické studie EEG feedbackové léčby v běžně se vyskytujících závislostech. Spoléhá se na další výzkumy a studie mozkového biofeedbacku v léčbě drogově závislých (Sokhadze aj., 2008).

### 6.3 Neurofeedback u dětí s bolestmi hlavy

Migréna patří mezi poruchy centrálního nervového systému. Její prevalence v Evropě je cca 18% u žen a 5% u mužů. Migrénové záchvaty představují primárně neurogení děj, který vzniká u osoby s genetickou predispozicí. Na jeho počátku dochází k aktivaci struktur mozkového kmene a k šířící se depresi elektrické aktivity kortikálních neuronů. Vlastní bolest je vyvolána nadměrnou senzitivitou a následnou patologickou aktivitou trigeminového jádra a jeho periferních zakončení, lokalizovaných na drobných intrakraniálních cévách v oblasti mozkových plen, čímž dochází k úniku především substance P, která je zodpovědná za vyvolání bolesti (Nevšimalová aj, 2002).

Pacienti s migrénou jsou charakterizováni zvýšenou amplitudou SCPs (pomalých korových potenciálů), reprezentujících výraznou excitabilitu korového systému. Současné studie naznačují účinnosti biofeedbackového tréninku SCPs u mladých pacientů. Byla provedena studie s počtem 30 pacientů. Deset dětí trpících migrénou se zúčastnilo 10-ti feedbackových sezení. Tyto děti byly porovnány s 10-ti zdravými dětmi pro zjištění regulační schopnosti kortikální negativity a s 10-ti pacienty trpícími migrénou, kteří čekali na efekt medikamentózní léčby. Závěrem byl feedbackový trénink spojen s podstatnou redukcí kortikální excitability, která byla příčinou klinické účinnosti tréninku. Dále byla pozorována podstatná redukce dnů s migrénou a jinými

bolestmi hlavy. Předpokládá se tedy, že normalizace prahu regulace kortikální vzrušivosti v průběhu feedbackového tréninku může způsobit celkové klinické zlepšení.

Tato zkušební studie poskytuje výsledky zvýšení potenciální účinnosti EBF v preventivním léčení migrény v dětství. Používaný studijní návrh se zdá být vhodný a může být uplatněn v dalším výzkumu. Nebyly však brány v úvahu další faktory jako je placebo efekt a alternativní léčba. Klinická účinnost neurofeedbacku v léčbě migrény by měla být dále studována a použita nejen pro děti, ale také pro dospělé (Siniatchkin aj., 2000).

#### 6.4 Neurofeedbackový trénink pro pacienty s cévní mozkovou příhodou

Byla provedena studie Beardenem aj. (2003), které se zúčastnil 52 letý muž, léčen rok po cévní mozkové příhodě v oblasti povodí a. cerebri posterior. Absolvoval 14 týdnů trvající theta redukční neurofeedbackový trénink. Neuro-fyzikální testy demonstrovaly silný deficit verbální, vizuální, emoční labilitu a poruchu motoriky, především se slabostí pravé horní končetiny. Dodatečně se také vyskytla alexie, bez agrafie. Před-tréninkové EEG ukázalo alfa snížení, nedostatek alfa reaktivity na otevírání očí a výraznou theta aktivitu z levé zadní oblasti hlavy. Neurofeedbackový trénink ke snížení theta aktivity byl prováděn po dobu 42 sezení z levé strany hemisféry. Po sezeních se objevilo podstatné snížení v theta amplitudě na trénované straně. Došlo ke zlepšení vizuálního sledování, rychlosti čtení, a emoční stability. Ve studii není popsáno zlepšení motorického deficitu, přesto se tato případová studie přidává do literatury podporující použití neuroterapie pro rehabilitaci pacientů, kteří utrpěli cévní mozkovou příhodu. Dodatečné neurofeedbackové studie s kontrolní skupinou většího počtu neuroterapeutických pacientů a dlouhodobější pozorování jsou však nutná pro podporu efektivnosti této terapie (Bearden aj., 2003).

#### 6.5 Učení pomocí neurofeedbacku u dětí s poruchou učení

Objektem této práce bylo prozkoumat efekt neurofeedbacku u dětí s poruchou učení a potvrdit přínos výsledků ve zlepšení chování a kognitivních funkcích. Neurofeedbackový trénink byl dán 30 krát po 30 minutových sezeních 13 dětem s poruchou učení, aby se snížila jejich abnormálně vysoká theta/alfa aktivita. Dalších 5 dětí s poruchou učení dostalo placebo léčbu jako kontrolní skupina. V této kontrolní

skupině nebyly stanoveny žádné změny chování. V experimentální skupině okamžitě po léčení děti vykazovaly lepší chování a kognitivní funkce.

Závěrem této studie bylo zhodnocení, že neurofeedback je možnou léčbou pro děti s abnormálně vysokým theta-alfa stupněm v čelní oblasti. Změny byly pozorovány v běžných zdrojích EEG (Fernández aj., 2007).

## 6.6 Zlepšení výkonu pomocí neurofeedbacku

Bylo prokázáno, že neurofeedbackový trénink může být využit ke zlepšení výkonu ve třech hlavních oblastech, kam patří sport, pozornost a umělecký výkon. Cílem zlepšení je trénink nepostižené populace čili zdravých jedinců. Používání neurofeedbackového tréninku ke zlepšení výkonnosti je založeno na asociacích, ke kterým dochází díky „zrcadlení“ správných vzorců korové aktivity. Ta je zaznamenána v průběhu tréninku jako optimální stav. Vernon (2005) také uvádí, že v praxi dochází při tréninkovém procesu vedoucímu ke změně v EEG k postupnému vytváření změny chování. Avšak záznamy mezi těmito komponentami nejsou správně ustanoveny ve vztahu ke zlepšení výkonu.

Další výzkum byl uskutečněn s použitím EEG u vrcholových sportovců, u nichž je odlišná kortikální aktivita než u amatérů. Z EEG záznamu vrcholových sportovců se může vytvořit „vzor“ pro amatéry, kteří by chtěli zlepšit jejich výkony. Odlišné druhy sportu však znamenají odlišné požadavky na lidský mozek. Střelci a atleti v některých sportovních disciplínách mohou potřebovat trénink snížení alfa a theta aktivity v určitých oblastech mozku, zatímco na jiných místech je potřeba mít vzrůstající beta aktivitu k produkci zcela jiného druhu koncentrace nebo excitace (Vernon, 2005).

Výzkum Landerse aj. (1991) zhodnocuje, že výsledky poskytují podporu pro neurofeedback jako metodu zlepšení výkonu pro budoucí elitu lukostřelců. Demonstruje však také, že při špatném typu neurofeedbackového tréninku může dojít ke snížení výkonnosti.

Sportovní psychologové také tvrdí, že neurofeedback je pronikavá technologie, která přináší potenciál pro zlepšení koncentrace a pozornosti, snižuje úzkost a destruktivní chování a pomáhá v rehabilitaci po otřesech mozku a lehkých úrazech hlavy (Hammond, 2007).



## 6.7 Další použití EBF

Neuropsychiatrické problémy jako jsou deprese, poruchy nálad, dále svalové bolesti, chemické závislosti, syndromy po poškození mozku, zlepšení výsledků u zdravých jedinců např. v umělecké nebo hudební složce, atd. (Friel, 2007; Vernon, 2005).

## Diskuse

Syndrom deficitu pozornosti spojený s hyperaktivitou, který se dle Drtílkové (2007) vyskytuje u dětí ve věku do 18 let v rozmezí mezi 5 až 18 %, je léčen především farmakologicky. Tato léčba je pokládána za jedinou efektivní intervenci pro zmírnění hlavních symptomů. Existuje však 25% pacientů, u kterých medikace neproказuje ani nepříznivou, ani žádnou jinou odpověď. Těmto dětem je potřeba nabídnout jiné přístupy k terapii, neboť pouze pedagogicko-psychologickými terapiemi není porucha zvládnutelná.

Mezi nejčastější a nejvíce ověřenou indikaci v léčbě pomocí EEG biofeedbacku neboli neurofeedbacku patří právě ADHD. Tato léčba vychází z předpokladu, že je-li chování odměněno, zvyšuje se pravděpodobnost jeho opětovného výskytu (Thompson & Thompson, 2003).

EEG biofeedback je podložen neurofyziologickým výzkumem, který byl zaměřen na objasnění vztahu mezi povrchovým EEG a hlubším thalamo-kortikálním mechanismem, zodpovědným za jeho rytmus i modulaci frekvence. Přímou souvislost se specifickým thalamo-kortikálním mechanismem mají také změny v bdělosti a kontrole chování. Tyto odchylky jsou pozorovatelné v EEG frekvenčních rytmech, které se objevují ve specifických topografických oblastech mozku. Neuropatologie, mezi něž se řadí také ADHD, se vyznačuje změnou frekvenčních rytmů. EEG studie ukázaly, že děti s ADHD mají rostoucí theta aktivitu (pomalou vlnu) a snižující beta aktivitu (rychlou vlnu) ve srovnání s normální kontrolou. EEG biofeedbackový trénink zaměřen na normalizaci frekvenčních rytmů způsobuje pozitivní změnu klinického obrazu.

Výzkum budoucího neurofeedbacku začal v roce 1958, kdy Joe Kamiya studoval, zda ovládáme schopnost subjektivně rozlišovat mezi druhy vln generovanými naším mozkiem. Demonstroval poté, že je možné naučit se vědomě kontrolovat režim mozkové aktivity, na čemž je postaven princip neurofeedbacku.

Lubar (1997) a Thompson & Thompson (1998) se začali zajímat o neurofeedback v souvislosti s ADHD. Dle jejich studií EBF může být atraktivní především pro děti, které nesnesou medikamentózní léčbu, objevují se u nich vedlejší účinky léků, nebo když rodiče chtějí pracovat s dlouhotrvající změnou, která umožňuje jejich dítěti kontrolovat a regulovat jeho vlastní fungování.

## **Pozitivní vliv EEG biofeedbacku u ADHD**

Chování a kognitivní zlepšení u dětí s ADHD bylo zaznamenáno po neurofeedbackovém léčení Leinsem aj. (2007). Kdy 38 dětí se syndromem deficitu pozornosti spojeným s hyperaktivitou ve věku 8-13 let bylo rozděleno na dvě skupiny - léčbu pomocí theta/beta frekvencí a pomalých korových potencionálů (SCPs). Léčebná procedura obou typů neurofeedbacku se skládala ze 3 fází o 10 sezeních. Tato studie se zaměřuje na předešlé metodologické krátké případy, kdy porovnává neurofeedbackový trénink, při kterém mělo dojít ke snížení theta/beta frekvence nebo k produkci pozitivních a negativních SCPs posunů. Účastníci nevěděli, jaký bude pracovní postup jednotlivých skupin.

Ve výsledku byly obě skupiny schopny intenzivně regulovat kortikální aktivity, zlepšily se v pozornosti a inteligenci. Rodiče a učitelé uváděli podstatné zlepšení v chování i kognitivních funkcích. Klinické efekty pro obě skupiny zůstávaly stabilní také 6 měsíců po léčení. Použité testové parametry by se bez léčení, pouze časem, nezlepšily. Rozsah efektů nalezen v této studii dokládá trvající a pozitivní výsledky neurofeedbacku na ADHD. Měly by však být provedeny další studie zaměřené na jednotlivé podtypy syndromu ADHD a také určit, u kterých z nich je daná léčba efektivnější (pomocí SCPs posunů nebo změna theta/beta frekvence).

## **Pozitivní vliv EEG biofeedbacku u dalších indikací**

U dětí s poruchou učení podali Fernández aj. (2007) výhodné zhodnocení neurofeedbacku jako možnost léčení pro děti s abnormálně vysokým theta-alfa stupněm v čelní oblasti. V neurofeedbackové experimentální skupině okamžitě po léčení děti vykazovaly lepší chování a kognitivní funkce. Změny byly pozorovány také v EEG. Zúčastněných bylo dohromady 17 dětí, z nichž 5 dostalo pro srovnání pouze placebo léčbu. U dětí s placebo léčbou nebylo zlepšení žádné.

Dle Johnstona (2008) se ve zvýšené míře začíná používat v klinické praxi neuromodulace prostřednictvím EBF pro podporu sebe-regulace. Aplikace této metody se podle něj osvědčila u různých neurálních poruch chování a měla by být využívána obzvláště v případech, které nemají žádný jiný druh spolehlivého medicínského léčení, jako jsou autismus, dyslexie nebo lehká mozková dysfunkce.

Sportovní psychologové tvrdí, že neurofeedback je pronikavá technologie, která přináší potenciál pro zlepšení koncentrace a pozornosti, snižuje úzkost a destruktivní

chování a pomáhá v rehabilitaci po otřesech mozku a lehkých úrazech hlavy (Hammond, 2007).

Dále dle Friela (2007) může vyřešit také neuropsychiatrické problémy, jako jsou deprese, poruchy nálad, svalové bolesti, chemické závislosti, syndromy po poškození mozku, zlepšení výsledků u zdravých jedinců např. v umělecké nebo hudební složce, atd.

### **Pozitivní vliv EBF léčby ve srovnání s užíváním léků u dětí s ADHD**

Byly pozorovány efekty léčby pomocí EBF, jejíž skupina absolvovala 20 lekcí, ve srovnání s výsledky léčby pomocí stimulačních léků. Rossiter (1995-2003) a La Vaque (1995) pracovali se 46-ti pacienty s ADHD. Úspěšnost pro probandy léčené EBF byla 83%, pro medikamentózní terapii 87%. Léčby se zúčastnili pacienti ve věku 8-21 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin dle druhu terapie. Při závěrečném hodnocení zde nebyl podstatný rozdíl. V této studii pacienti dostávající EBF vykazovali podstatné zlepšení v celkových psycho-metrických výsledcích testů.

V roce 2004 byla předchozí studie Rossiterem doplněna větším počtem i věkovým rozsahem probandů a podrobnějšími informacemi. Nyní obsahovala 62 ADHD pacientů - 31 z nich si zvolilo stimulační léky, 31 léčebný neurofeedbackový program. Pacienti s EBF vytvořili dále dvě podskupiny, kdy 14 z nich podstoupilo léčbu na EBF pracovištích, 17 doma. Ve výsledcích této studie EBF skupiny ukázaly statisticky i klinicky podstatné zlepšení v testu variability pozornosti (TOVA) a kontroly impulzů. EBF skupina prokázala zlepšení také ve změnách chování (dle jednotlivých bodovacích systémů). Výsledky mezi oběma skupinami opět nebyly podstatně rozdílné. Neurofeedbackový program tedy vede k ekvivalentním výstupům jako při farmakologické léčbě. Rossiter (2004) závěrem zhodnotil, že výzkumy potřebují rozvoj dalších modelů, které by byly podstatné pro neurofeedbackové výsledné studie a podložily by výsledky provedených testů.

Největší publikovaná kontrolní studie EBF pro léčbu ADHD byla vedena Monastrou aj. (2002). Sto dětí ve věku od 6 do 19 let, které byly diagnostikovány s ADHD se zúčastnilo studie zkoumající efekt methylfenidátu (Ritalinu) a EBF v závislosti na přístupu rodičů k primárním symptomům ADHD. Všichni z pacientů se po dobu 1 roku účastnili programu, který zahrnoval medikaci Ritalinem, rodičovské poradenství a akademickou podporu ve školách (504 studijních plánů). Z celkového počtu 51 dětí

absolvovalo i EBF terapii. Jedna skupina tedy dostávala methylfenidát a druhá jej dostávala také s přidáním léčby pomocí EBF.

Celkové hodnocení bylo provedeno pro obě dvě skupiny. Podstatné zlepšení bylo zaznamenáno v průběhu medikace v testech pozornosti a ve vyhodnoceních syndromu deficitu pozornosti. Pacienti nejprve pokračovali užíváním léků, po uplynutí jednoho týdne však léky úplně vysadili. Skupina, která dostávala léky a EBF (v průměru 43 sezení), byla zaměřena na navození kortikálního zpomalení. Výsledky EEG procesů týkající se kortikálního zpomalení byly zaznamenány jen u pacientů, kteří dostali také EBF léčbu. Statistické analýzy demonstrovaly prospěšný efekt EBF s větším zlepšením v pozornosti a méně hyperaktivním chováním, které potvrdili rodiče a učitelé. Tyto výsledky však byly pozorovány jen u pacientů léčených oběma metodami. Po vysazení medikamentů zlepšení přetrvávalo opět pouze u pacientů, léčených EBF i léky, jak zaznamenali rodiče a učitelé.

Závěrečné zhodnocení udává, že není jasné, zda byla nutná dávka Ritalinu pro klinická zlepšení v průběhu procesu biofeedbackového léčení, protože zahrnutí biofeedbacku způsobilo zlepšení v úrovni kortikální oblasti. Tato studie dále nemůže přesně zodpovědět otázku, jestli pacienti budou schopni zůstat na klinických zlepšeních následujících po EBF, když se jim na delší dobu vyloučí nebo plně redukuje dávka Ritalinu. Následně se vyžadují další systematické studie pro přesnější určení vztahu mezi EBF a stimulační dávkou léků.

### **Nevýhody medikamentózní léčby**

Dle Novotného (2009) a Pelhama (2002) množství studií demonstruje nepříznivé vedlejší účinky a nedostatečnou odpověď dětí na existující medikamentózní léčbu. Podle nich jen malá část pacientů s ADHD prokazuje po medikaci natolik dostatečné zlepšení, aby mohli být považováni za normalizované, a existuje také velká variabilita ve stupni zlepšení u pacientů, kteří na medikaci reagovali.

V léčbě methylfenidátem (Ritalinem) se vyskytují různé vedlejší účinky, mezi které patří především nespavost a nechutenství. Dále se mohou začít projevovat tiky, větší nervozita nebo deprese. Děti si mohou také stěžovat na bolesti břicha, bolest hlavy, nutkání na zvracení, malátnost sucho v ústech nebo zácpu. Vedlejší účinky se vyskytují především u příliš vysokých dávek, kdy je nutné pouze dávky snížit. Mezi hlavní nevýhody užívání léků patří dlouhodobá nutnost jejich podávání (Arcelus

& Munden, 2008). Vedlejší efekty medikamentů při kombinaci s léčbou pomocí EBF zaznamenali také Monastra (2005) a Hirshberg (2007). Příznaky jako podrážděnost, náladovost a hyperaktivita pacientů, se objevovaly uprostřed a na konci biofeedbackového tréninku. Snížené dávkování stimulačních léků bylo spojeno s odstraněním tohoto typu vedlejších účinků.

### **Nedostatečně průkazné studie**

V roce 2003 byly Fuchsem aj. porovnány efekty 3 měsíčního EBF programu se stimulačními medikamenty. Zúčastněno bylo 34 dětí ve věku 8-12 let. Podle preferencí jejich rodičů, bylo 22 z nich určeno do neurofeedbackové skupiny a 12 do methylfenidátové skupiny. Obě později vykazovaly zlepšení po všech stránkách v testech pozornosti při sledování její rychlosti a přesnosti udržení pozornosti. Chování v obou skupinách týkající se poruchy také ohodnotili učitelé i rodiče (dle Connors Behavior Rating Scale) jako podstatně umírněnější. Nebyla však dostatečně monitorována a analyzována změna v EEG frekvenčních skupinách jako výsledek EBF. Přesto se přibližně u 2/3 pacientů léčených pomocí neurofeedbacku podstatně snížila jejich theta aktivita jako výsledek 40-ti sezení. Individuální zaměření zahrnující neúspěšnou třetinu účastníků by mohlo mít význam v dalším zvýšení efektivity léčby této studie.

Nebylo také možné pozorovat dlouhodobé výsledky daného výzkumu, protože se děti vrátily do nestejného prostředí. Neurofeedback byl tedy efektivní ve zlepšení původního chování u dětí s ADHD, jejichž rodiče měli pozitivní přístup k nefarmakologickému léčení. Zjištění mohou stimulovat další výzkum v efektivitě neurofeedbackových metod pro ADHD, kdy bude použit větší počet dětí a určí se také dlouhodobý efekt léčby.

### **Nedostatečně průkazné studie u dalších indikací**

Dempster a Vernon (2009) tvrdí, že neurofeedback má uplatnění jak pro klinickou, tak i zdravou populaci. Cílem jejich studie bylo zaměřit se na alfa neurofeedback a prověřit účinnost ve 3 různých měřeních během sezení: amplitudy, procentového času a hladiny alfa, v porovnání se základní linií EEG. Účastníci podstoupili 10 týdenních sezení. Zatímco po dobu 3 sezení se ukazovaly pozitivní změny EEG v průběhu

tréninku, na závěr byl patrný větší návrat k základní křivce EEG než zvýšení v alfé. Nebyly tedy prokazatelné dostatečné informace pro úspěšnost této studie.

Studie byly prováděny také pro další indikace. Na téma epilepsie bylo publikováno dle Tana aj. (2009) 63 studií, ze kterých pouze 10 poskytlo dostatek výchozích informací, aby mohly být zahrnuty do další analýzy. Všechny studie se zabývaly pacienty, jejichž záchvaty nebyly kontrolovatelné medicínskou terapií. Těchto 10 studií zahrnovalo celkem 87 účastníků. Neurofeedback byl použit pro celkovou redukci frekvence záchvatů. Devět z těchto studií bylo úspěšných, což vede k provádění většího testování s příslušnou dokumentací. Dle Tana aj (2009) je tedy neurofeedback slibnou metodou, obzvláště pro těhotné ženy, které při léčbě neriskují zdraví svých dětí jako při medikamentózní terapii. Může se ale pouze spekulovat, jak by bylo neurofeedbackové léčení úspěšné u pacientů, u kterých je epilepsie dobře kontrolovatelná medikamenty.

V léčbě běžně se vyskytujících drogových závislostí dle Sokhadzeho aj. (2008) nejsou uvedeny přesné a systematické studie EEG biofeedbackového použití. Spoléhá se na další výzkumy a studie mozkového biofeedbacku v tomto směru.

Zkušební studie v preventivním léčení migrény v dětství podle Siniatchkina (2000) poskytuje výsledky potenciální účinnosti EBF. Používaný studijní návrh byl úspěšný a mohl by být uplatněn v dalším výzkumu. Nebyly však brány v úvahu další faktory jako je placebo efekt a alternativní léčba. Klinická účinnost neurofeedbacku v léčbě migrény by i přesto měla být dále studována a použita nejen pro děti, ale také pro dospělé.

V roce 2003 Bearden aj. provedli případovou studii, která se přidává do literatury podporující použití neuroterapie v rehabilitaci pacientů, jež utrpěli cévní mozkovou příhodu. Studie byla úspěšná, avšak obsahovala pouze jednoho pacienta. Pro úplné zjištění efektivnosti této terapie jsou nutné dodatečné neurofeedbackové studie s kontrolní skupinou většího počtu neuroterapeutických pacientů a dlouhodobějším pozorováním. Ze studie jasně nevyplývá, zda došlo ke zlepšení pomocí neurofeedbacku, protože byl prováděn spolu s rehabilitací. Není také uvedeno, zda byla ovlivněna motorická funkce postižené horní končetiny.

## Shrnutí výsledků studií

Účinnost neurofeedbacku byla určena dle Asociace pro aplikovanou psychofyziologii a biofeedback (AAPB) a Mezinárodní společnosti pro neurofeedback a výzkum (ISNR). Tyto instituce upřesňují 5 typů klasifikace efektivnosti procesu biofeedbacku v rozpětí od stupně 1: „empiricky nepodporovaný“ po stupeň 5: „účinný a specifický“. Dle Monastery (2005) patří biofeedback mezi léčebné přístupy, které se prokázaly jako účinné ve výzkumných, klinických a kontrolních studiích. Je však nevyřešena otázka placeba, která určuje dle Novotného (2009) metodologický problém pro vyhovění požadavkům, aby mohl být EEG biofeedback zařazen mezi 5. stupeň efektivnosti. U tréninkové metody je totiž velmi obtížné předpokládat, že proband neodhalí případ, kdy mu jsou podávány neefektivní instrukce a zároveň mají být zlepšeny tréninkové parametry. Proto musí být dle Novotného (2009) prováděny další studie, u kterých bude použit tzv. pseudofeedback určený k procvičení percepce, ostražitosti a pozornosti, bez přímé zpětné vazby o stavu EEG. Nejedná se však o typické placebo.

I přes pozitivní výsledky jednotlivých autorů, jsou informace odvozené z těchto studií považovány za nedostatečné pro demonstraci účinnosti léčby. Případové studie neposkytují metody pro přezkoušení tzv. nespecifických faktorů, které mohou ovlivnit efekty léčení v aplikovaném klinickém nastavení. Takovými nespecifickými faktory včetně terapeutických charakteristik (tj. prokázaná znalost či důvěra), pacientovy charakteristiky (intelligence, schopnost učit se nové věci, hloubka poruchy, stupeň očekávání, motivace) a léčebné charakteristiky (tj. podávání léků, použití počítačového EEG zařízení). Bez kontroly těchto faktorů je procento pacientů pravděpodobně reagujících na léčbu těžké odhadnout.

Celkové výsledky případových studií ilustrují potenciální přínos EEG biofeedbacku v léčení pacientů s ADHD. Z přehledu případových studií je však zřejmé, že se vyskytuje procento pacientů, kteří nebudou schopni „učit“ se regulovat korovou aktivitu nebo snižovat hlavní ADHD symptomy přes EEG biofeedback. V oznámených případových studiích dosahuje dle Monastery (2005) procento počtu pacientů 29 – 35%.

Na závěr je potřeba zmínit, že se jednotliví autoři shodují na pozitivním přístupu k této léčebné metodě, která člověku nemůže ublížit a není návyková. Léčba základních symptomů ADHD byla ve studiích úspěšná ve srovnání s léčbou pomocí medikamentů. Především se u neurofeedbackového tréninku nevyskytují závažné vedlejší účinky jako



u léčby pomocí stimulantů, pouze u 1 -3 % pacientů se může objevit přechodná bolest hlavy, závrať případně únava, které však vymizí za cca 30 minut (Monastra, 2005). Také byl zaznamenán dlouhodobý výsledný efekt této terapie, přetrvávající i po ukončení tréninku (Leins aj., 2007; Lubar, 2003; Monastra, 2002). Dle Lubara (2003) je možné také po 5-15 letech prokázat zlepšení ADHD symptomů. Pro pacienty představuje neurofeedback zábavnou formu léčby, bez nutnosti užívání farmaceutik.

Další výzkumné studie jsou nutné pro nedostatek informací (Dempster & Vernon, 2009; Tan, 2009), avšak především pro nízký počet probandů jednotlivých indikací účastněných při použití neurofeedbacku a také pro nedostatečně objasněný princip fungování elektroencefalografického biofeedbacku.

Při léčbě dětí se syndromem ADHD by měly být provedeny studie zabývající se přímo jednotlivými podtypy této poruchy. Také by měly být provedeny studie srovnávající léčbu pomocí neurofeedbacku s terapií behaviorální.

Léčba pomocí neurofeedbacku u dětí s ADHD představuje nejširší zpracovanou oblast věnovanou této metodě, jenž je podložena studii. Dojde-li k potvrzení daných studií, případně k vytvoření dalších (lépe propracovaných), mohla by se tato metoda zařadit mezi běžně vyhledávanou možnost léčby nejen u dětí s ADHD, ale také u indikací, které vyžadují přístup fyzioterapeutů jako je např. cévní mozková příhoda.

## **Závěr**

Předmětem bakalářské práce bylo seznámení s poruchou ADHD. Také přiblížení léčebné metody pomocí EEG biofeedbacku, souhrn nejnovějších poznatků ohledně neurofeedbacku a jejich zpracování. Dále možnosti využití této metody v praxi, porovnání jednotlivých klinických studií zaměřených především na léčbu u dětí s ADHD a použití neurofeedbacku u dalších poruch, včetně např. cévní mozkové příhody.

Elektroencefalografický biofeedback představuje metodu poměrně novou a méně známou, která se však jeví jako slibná, především v souvislosti s léčbou ADHD u dětí. Dochází u nich ke zlepšení chování, hyperaktivity i pozornosti jako při farmakologické léčbě, avšak bez výskytu vedlejších účinků. Dále není tato metoda návyková a její výsledky jsou podle provedených výzkumů stabilní také dlouhodobě, jelikož dojde k úpravě mozkových frekvencí zodpovědných právě za impulzivitu, hyperaktivitu a pozornost. Je však potřebný další výzkum s větším množstvím probandů u jednotlivých indikací pro podložení těchto pozitivních výsledků. Také nebyl proveden výzkum používající placebo léčbu s dostatečným počtem pacientů.

Poznatky o efektivitě elektroencefalografického biofeedbacku u dětí s ADHD je možné aplikovat například také u pacientů po CMP, nebo u jiných neurologických pacientů s poruchou hybnosti. V těchto případech jsou však klinické studie v počátcích.

## Referenční seznam

AMBLER, Z. aj. *Klinická neurologie : část obecná*. 2. vyd. Praha : Triton, 2008. 976 s. ISBN 978-80-7387-157-4.

ARCELUS, J., MUNDEN, A. *Poruchy pozornosti a hyperaktivita. Přehled současných poznatků a přístupů pro rodiče a odborníky*. 3. vyd. Praha : Portál, 2006. 119 s. ISBN 978-80-7367-430-4.

BARTKO, D. *Neurologia: Učebnice pre lekárske fakulty*. 2. vyd. Martin : Osveta, 1985. 664 s. ISBN 70-106-85.

BASMAJIAN, J. V. *Biofeedback: Principles and practice for clinicians*. Preston Street, Baltimore, USA : The William and Wilkins Company, 1979. 390 s. ISBN 0-683-03577-0.

BAYDALA, L. aj. The efficacy of neurofeedback in the management of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Paediatr Child Health*. 2001, vol. 6, n. 7, s. 451–455. Dostupný také z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2807759/>>.

BEARDEN, S. T. aj. Neurofeedback Training for a Patient With Thalamic and Cortical Infarctions. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2003, vol. 28, n. 3, s. 241-253.

DEMPSTER, T., VERNON, D. Identifying Indices of Learning for Alpha Neurofeedback Training. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2009, vol. 34, s. 309-318.

DENKLE, M. aj. Tics following Methylphenidate administration: A report of twenty cases. *Journal of the American Medical Association*, 1976, s. 235.

DRTÍLKOVÁ, I. *Hyperaktivní dítě Vše, co potřebujete vědět o dítěti s hyperkinetickou poruchou (ADHD)*. 2. vyd. Praha : Galén, 2007. 87 s. ISBN 978-80-7262-447-8.

DRTÍLKOVÁ, I., ŠERÝ, O. aj. *Hyperkinetická porucha ADHD*. 1. vyd. Praha : Galén, 2007. 268 s. ISBN 978-80-7262-419-5.

FABER, J. *Elektroencefalografie a psychofyziologie*. 1. vyd., Praha: ISV nakladatelství, 2001. 170 s. ISBN 80-85866-74-9

FERNÁNDEZ, T. aj. Changes in EEG Current Sources Induced by Neurofeedback in Learning Disabled Children. An Exploratory Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2007, vol. 32, s. 169-183.

FOX, J. D. aj. Neurofeedback: An Alternative and Efficacious Treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005, vol. 30, n. 4, s. 365-373.

FRIEL N. P. EEG Biofeedback in the treatment of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Alternative Medicine Review*. June 2007, vol. 12, n. 2, s. 146-151. Dostupný také z WWW: <<http://www.thorne.com/altmedrev/.fulltext/12/2/146.pdf>>.

FUCHS, T. aj. Neurofeedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison With Methylphenidate *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2003, vol. 28, n. 1, s. 1-12.

HAMMOND, D. C. Neurofeedback for the Enhancement of Athletic Performance and Physical Balance. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*. [on-line]. 2007, vol. 1., [cit. 2011-03-14 ]. Dostupné z WWW: <<http://www.americanboardofsportpsychology.org/Portals/24/ABSP-JournalHammond1.pdf>>

HIRSHBERG, L. Place of elektroencefalographic biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Expert Rev. Neurotherapeutics*. 2007, vol. 7, n. 4, s. 315-319. Dostupný také z WWW:<<http://www.expert-reviews.com/doi/pdf/10.1586/14737175.7.4.315>>. ISSN 1473-7175.

JOHNSTONE, J. A Three-Stage Neuropsychological Model of Neurofeedback: Historical Perspectives. *Biofeedback*. 2008, vol. 36, n. 4, s. 142-147.

JUCOVIČOVÁ, D., ŽÁČKOVÁ, H. *Neklidné a nesoustředěné dítě ve škole a v rodině*. 1. vyd. Praha : Grada, 2010. 208 s. ISBN 978-80-247-2697-7.

KAŇOVSKÝ, P. aj. *Neurologie : Obecná neurologie*. Vyd. 1. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. 242 s. ISBN 978-80-244-1663-2.

KOLÁŘ, P. aj. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha : Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

LANDERS, D. M. aj. The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1991, vol. 23, n. 1, s. 123-129.

LEINS, U. aj. Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2007, vol. 32, s. 73-88.

LUBAR, J. F. Neocortical Dynamic: Implications for Understanding the Role of Neurofeedback and Related Techniques for the Enhancement of Attention. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 1997, vol. 22, s. 111-126.

LUBAR, J. F. Neurofeedback for the management of attention-deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. 2003, s. 409-453.

MALMUVIO, J; PLONSEY, R. *Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*, 1.vyd. New York : Oxford University Press, 1995. 471 s. Dostupné z WWW: <<http://www.bem.fi/book/00/tx.htm>>.

MONASTRA, V. J. aj. The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2002, vol. 27, n. 4, s. 231-249.

MONASTRA, V. J. aj. Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005, vol. 30, n. 2, s. 95-114.

MUMENTHALER, M., MATTLE, H. *Neurologie*. 1. české vydání. Praha : Grada Publishing, 2001. 652 s. ISBN 80-7169-545-9.

NEVŠÍMALOVÁ, S. aj. *Neurologie*. vyd. 1, Praha : Galén, 2002, 368 s. ISBN 80-7262-160-2

NORRIS, S. L., CURRIERI, M. *Performance Enhancement Training through Neurofeedback* in J.R.Evans, A.Abrabanel: "*Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*", Academic Press, 1999. Research related to neurofeedback in peak performance training [on-line]. 2009, [cit. 2011-02-14 ]. Dostupné z WWW: <<http://www.neurobitsystems.com/neurofeedback-research.htm>>

NOVOTNÝ, M., aj. Využití EEG biofeedbacku v psychiatrické praxi. *Psychiatrie pro praxi*. 2009, vol. 10, n. 5, s. 223-225.

PELHAM, W.E. Psychosocial interventions for ADHD. In Jesen PS, Cooper JR. *Attention deficit hyperactivity disorder*. 2002, vol. 12, n. 1, s. 12-36.

PENISTON, E. G., KULKOSKY, P. J. Alpha-theta brainwave training and beta endorphin levels in alcoholics. *Alcoholism Clinical and Experimental Research*.1989, vol. 13, s. 271-279

PENISTON, E. G., KULKOSKY, P. J. Alcoholic personality and alpha-theta brainwave training. *Medical Psychotherapy*. 1990, vol. 2, s. 37-55.

ROSSITER, T. R., LA VAQUE, T. J. A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *Neurotherapy*. 1995, vol. 1, s. 48-59.

ROSSITER, T. R. The Effectiveness of Neurofeedback and Stimulant Drugs in Treating AD/HD: Part I. Review of Methodological Issues. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2004, vol. 29, n. 2, s. 95-112.

ROSSITER, T. R. The Effectiveness of Neurofeedback and Stimulant Drugs in Treating AD/HD: Part II. Replication. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2004, vol. 29, n. 4, s. 233-243.

ROTHENBERGER, A. aj. European Child+Adolescent Psychiatry, *ADORE (Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder observational Research in Europe)*. 2006, vol. 15, supplement 1, s. 25-29.

SCHWARTZ, M. S. aj. *Biofeedback : A Practitioner's Guide*. United States of America : The Guilford Press, 1987. 518 s. ISBN 0-89862-681-1.

SINIATCHKIN, M. aj. Self-regulation of Slow Cortical Potentials in Children with Migraine: An Exploratory Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2000, vol. 25, n. 1, s.13-32.

SOKHADZE, M. T. aj. EEG Biofeedback as a Treatment for Substance Use Disorders: Review, Rating of Efficacy, and Recommendations for Further Research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2008, vol. 33, s. 1-28.

TAN, G. aj. Meta-Analysis of EEG Biofeedback in Treating Epilepsy. *Clinical EEG and neuroscience*. 2009, vol. 40, n. 3, s. 1-7.

THOMPSON, L., THOMPSON, M. Neurofeedback Combined with Training in Metacognitive Strategies: Effectiveness in Students with ADD. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 1998, vol. 23, n. 4, s. 243-263.

TICHÝ, J. aj. *Neurologie*. Praha : Karolinum, 1999. 344 s. ISBN 80-7184-750-X.

TYL, J. Lehké mozkové dysfunkce: nové metody, 3. vyd. Praha: Biofeedback institut, 2003, 23 s., dostupné také z WWW: <http://www.eegbiofeedback.cz/cesky/cesky.php?menu=stazeni>

TYL, J. *Biofeedback: základní informace*. [on-line]. 2004, [cit. 2011-02-14 ]. Dostupné z WWW: <<http://www.eegbiofeedback.cz/cesky/cesky.php?menu=1#prok>>

URBÁNEK, K. aj. *Vyšetřovací metody v neurologii*. 2. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2002. 127 s. ISBN 80-244-0501-6.

VARSÍK, P. aj. *Neurológia 1 : Základy vyšetřovania*. 1. vyd. Bratislava : LUFEMA, 1997. 647 s. ISBN 80-966972-8-5.

VERNON, J. D. Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of the Evidence with Implications for Future Research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005, vol. 30, n. 4, s. 347-364.



## **Seznam zkratek**

ADD – syndrom deficitu pozornosti

ADHD – syndrom deficitu pozornosti spojený s hyperaktivitou

EEG – elektroencefalografie

EBF – elektroencefalografický biofeedback

SCP – pomalé korové potenciály (slow cortical potentials)

SMR – senzori-motorický rytmus

TOVA – test variability pozornosti (test of variables of attention)

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1</b> - Rozložení elektrod při elektroencefalografii (Malmuvio & Plonsey, 1995) .....	<b>11</b>
<b>Obr. 2</b> - Zobrazení jednotlivých mozkových vln v elektroencefalogramu (www.electro psychology.com, 2007) .....	<b>14</b>

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1</b> - Frekvenční pásma mozkové aktivity dle Koláře (2009) s charakteristickým stavem mozku dle Fiela (2007).....	<b>13</b>
<b>Tab. 2</b> - Subtypy ADHD a jejich prevalence u dětí a dospělých .....	<b>21</b>
<b>Tab. 3</b> - Klinická diagnostická kritéria HKP podle MKN-10 a ADHD podle DSM-IV (www.zdn.cz, Cahová) .....	<b>23</b>