

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyziky

**Lékařská vyšetření elektroencefalografie a
elektromyografie jako součást výuky biologie**

Diplomová práce

Autor: Bc. Ivana Škraňková
Studijní program: N1407 – Chemie
Studijní obor: Učitelství biologie pro střední školy - Učitelství chemie pro střední školy
Vedoucí práce: RNDr. Jan Šlégr, Ph.D.
Odborný konzultant: RNDr. Veronika Machková, Ph.D.



Zadání diplomové práce

Autor: Ivana Škraňková

Studium: S17CH026NP

Studijní program: N1407 Chemie

Studijní obor: Učitelství biologie pro střední školy, Učitelství chemie pro střední školy

Název diplomové práce: Lékařská vyšetření elektroencefalografie a elektromyografie jako součást výuky biologie

Název diplomové práce AJ: Medical examinations of the electroencephalography and the electromyography as a part of a biology teaching

Anotace:

Diplomová práce se zabývá tématy elektroencefalografie (EEG) a elektromyografie (EMG), přičemž se zaměřuje na možnost výuky problematiky těchto klinických metod v předmětu biologie. Teoretická část na základě analýzy odborné literatury podává základní výklad anatomie nervové a kosterní soustavy, popisuje základní fyziologické procesy a definuje charakteristiku a princip metod EEG a EMG. Součástí praktické části je návrh a provedení výukových jednotek zaměřených na tato témata na střední škole, a hodnocení její efektivity z hlediska retence získaných poznatků.

Garantující pracoviště: Katedra fyziky,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Jan Šlégr, Ph.D.

Oponent: RNDr. Filip Studnička, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 11.4.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala RNDr. Janu Šlégrovi, Ph.D. za odborné vedení práce a za technickou podporu během výuky. Také děkuji RNDr. Veronice Machkové, Ph.D. za odborné konzultace při zpracovávání diplomové práce. Velké díky patří také Mgr. Jetmarovi za umožnění provedení vlastní výuky v rámci jeho seminářů na Gymnáziu Aloise Jiráska v Litomyšli.

Anotace

ŠKRAŇKOVÁ, Ivana. *Lékařská vyšetření Elektroencefalografie a elektromyografie jako součást výuky biologie*. Hradec Králové, 2019. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Jan Šlégr, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá tématy elektroencefalografie (EEG) a elektromyografie (EMG), přičemž se zaměřuje na možnost výuky problematiky těchto klinických metod v předmětu biologie. Teoretická část na základě analýzy odborné literatury podává základní výklad anatomie nervové a kosterní soustavy, popisuje základní fyziologické procesy a definuje charakteristiku a princip metod EEG a EMG. Součástí praktické části je návrh a provedení výukových jednotek zaměřených na tato témata na střední škole, a hodnocení její efektivity z hlediska retence získaných poznatků.

Klíčová slova

výuka biologie, elektromyografie, elektroencefalografie, centrální nervová soustava, periferní nervová soustava, kosterní svalovina, zdravý životní styl

Annotation

SKRANKOVA, Ivana. *Medical examinations of the electroencephalography and the electromyography as a part of a biology teaching*. Hradec Kralove, 2019. Diploma Thesis. University of Hradec Kralove, Faculty of Science. Thesis Supervisor RNDr. Jan Slegr, Ph.D.

The diploma thesis deals with topics of electroencephalography (EEG) and electromyography (EMG), which focuses on the possibility of teaching these clinical methods with regard to the subject of biology. Based on analysis of literature, theoretical part provides basic explanation of anatomy of nervous and skeletal system, describes basic physiological processes and defines characteristics and principles of EEG and EMG methods. A practical part includes a suggestion and an implementation of teaching topics mentioned above for high school education and the evaluation of the efficiency of teaching in terms of the practicality and durability of the acquired knowledge.

Keywords

biology teaching, electroencefalography, electromyography, central nervous system, peripheral nervous system, skeletal muscle, healthy lifestyle

Obsah

Seznam zkratk	9
Úvod	10
1. Nervová tkáň	12
1. 1 Neuron.....	12
1. 1. 1 Soma (neurocyt)	12
1. 1. 2 Dendrity	13
1. 1. 3 Axon (neurit)	13
1. 2 Gliové buňky	13
1. 3 Nervový přenos	14
1. 4 Centrální nervová soustava	15
1. 4. 1 Fyziologie CNS	15
1. 4. 2 Stavba CNS	15
1. 5 Periferní nervová soustava	17
2. Svalová tkáň	18
2. 1 Fylogeneze kosterní svaloviny	18
2. 2 Mikrostruktura kosterního svalstva.....	18
2. 3 Svalový stah	20
2. 3. 1 Morfologie synapse	20
2. 3. 2 Mediátor	21
2. 3. 3 Mechanismus svalové kontrakce	21
3. Elektroencefalografie (EEG)	23
3. 1 Princip EEG	23
3. 2 Historie EEG	23
3. 3 Elektroencefalogram	24
3. 3. 1 Alfa aktivita	24
3. 3. 2 Beta aktivita.....	25
3. 3. 3. Théta aktivita	25
3. 3. 4 Delta aktivita	25
3. 4 Elektroencefalograf	26
3. 5 Vyšetření EEG	27
3. 5. 1 Aktivační metody	27
3. 6 Neurologická onemocnění	28

4. Elektromyografie (EMG)	30
4. 1 Princip EMG	30
4. 1 Historie EMG	30
4. 2 Elektromyograf	31
4. 3 Metody vyšetření EMG	32
4. 3. 1 Kondukční studie	32
4. 3. 2 Jehlová elektromyografie	34
4. 4 Nervosvalová onemocnění a nemoci kosterního svalstva	35
II. PRAKTICKÁ ČÁST	36
5. Metodika a cíle	36
6. Didaktický rozbor semináře na téma Elektroencefalografie	38
6. 1 Didaktická analýza semináře	38
6. 2 Metodika vlastního výukového materiálu	39
6. 2. 1 Pracovní list č. 1	40
6. 2. 2 Pracovní list č. 2	42
6. 2. 3 Pracovní list č. 3	44
6. 3 Demonstrační měření mozkové aktivity	47
6. 4 Sebereflexe	49
7. Didaktický rozbor semináře na téma Elektromyografie	50
7. 1 Didaktická analýza semináře	50
7. 2 Metodika vlastního výukového materiálu	51
7. 2. 1 Pracovní list č. 1	52
7. 2. 2 Pracovní list č. 2	54
7. 2. 3 Pracovní list č. 3	56
7. 3 Demonstrační měření aktivity kosterních svalů	59
7. 4 Sebereflexe	61
8. Sledování úrovně znalostí v čase	62
8. 1 Metodika a cíl průzkumu	62
8. 2 Charakteristika didaktického testu a výběr testových úloh	63
8. 3 Komparace vstupního a výstupního testu	64
8. 4 Hodnocení retenčního testu	72
9. Dotazníkové šetření	73

9. 1 Charakteristika dotazníkové šetření a jeho cíle.....	73
9. 2 Průběh dotazníkového šetření a reprezentativní vzorek.....	73
9. 3 Výsledky dotazníkového šetření č. 1	74
9. 4 Výsledky dotazníkového šetření č. 2	79
10. Expertní evaluace.....	86
11. Diskuze.....	87
Závěr	90
Použitá literatura	91
Internetové zdroje.....	93
Další zdroje	94
Seznam tabulek	95
Seznam obrázků.....	96
Seznam grafů.....	97
Seznam příloh.....	98

Seznam zkratek

AP	akční potenciál
CNS	centrální nervová soustava
PNS	periferní nervová soustava
EEG	elektroencefalografie
EMG	elektromyografie
EKG	elektrokardiografie
CT	výpočetní tomografie
NMR	nukleární magnetická rezonance
SŠ	střední škola

Úvod

Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci, ve které jsem se zabývala návrhem a provedením laboratorního cvičení na téma Elektrokardiografie na střední škole. Provedení laboratorního cvičení přineslo pozitivní výsledky, které mě motivovaly v problematice výuky lékařských metod pokračovat. Tyto výsledky ukázaly, že lze provést velmi efektivně výuku na zmíněné téma EKG, přestože překračuje učební osnovy řádných hodin a semináře biologie. Jak se ale prokázalo, vyžaduje to však bohaté využití didaktických prostředků, které náročnější problematiku žákovi zpřístupní co do pochopení, a pomůžou jej během semináře aktivizovat a podnítit k většímu zájmu o dané téma. Využití didaktické pomůcky se projevily jako velmi praktické, a v rámci hodnocení žáků sklidily velký úspěch. Seminář podpořilo také využití jednoduchého EKG zesilovače, díky kterému byla účinně demonstrována srdeční aktivita ve školních podmínkách. Seminář rezultoval nadšením žáků, kteří projevíli nemalý zájem o účast na dalším netradičním semináři, což mě přimělo postavit se opět podobné výzvě, a umožnit žákům proniknout do neméně zajímavých lékařských metod EEG a EMG.

Teoretická část diplomové práce vykládá za pomoci analýzy odborné literatury základní anatomii, fyziologii a vybraná onemocnění nervové a svalové soustavy, a definuje principy a využití metod EEG a EMG. Cílem praktické části diplomové práce je navrhnout biologické semináře pro SŠ na téma elektroencefalografie (vyšetření mozku) a elektromyografie (vyšetření svalů a periferní nervové soustavy) se všemi didaktickými aspekty, tyto návrhy zároveň uskutečnit, a následně provést evaluaci za využití metody kvantitativního výzkumu.

Diagnostické metody EEG a EMG poskytují grafický záznam o stavu cílového orgánu na základě snímaných biosignálů, jejichž popisem lze zkoumat a diagnostikovat zdravotní stav pacienta. Součástí seminářů je seznámit žáky s principy diagnostiky těchto záznamů, a s průběhem vyšetření za využití techniky ve výuce, která umožní demonstraci exponované teorie biosignálů. Kromě informací z oboru lékařství mají semináře žákům poskytnout informace aplikovatelné v každodenním životě s apelem na prevenci a zkvalitnění zdravotního stavu centrální nervové a pohybové soustavy. Tímto se semináře, jimiž se zabývá diplomová práce, liší od semináře, popisovaném v práci bakalářské – jsou polytematické, přičemž všechna exponovaná témata mají výchovný charakter, a cílem je

zvýšit aplikovatelnost získaných poznatků, a posloužit jako návod, jak se zdravotním komplikacím, vedoucím na zmíněná vyšetření, vyhnout.

Pro bohatou náplň seminářů jsem vytvořila pracovní listy, které mají přispět k harmoničtějšímu chodu výuky s netradičním tématem. Spolu s dalšími navrženými prostředky jsem se snažila naplánovat a provést semináře, které by žáci pozitivně zhodnotili nejen z hlediska pochopitelnosti.

Jaké spektrum pomůcek bylo v seminářích využito? Měly pozitivní vliv na výuku? Podařilo se nadstavbovou látku žákům pochopitelně vyložit? Ocenili žáci semináře z hlediska praktičnosti a užitečnosti? Jaké výsledky mělo měření mozkové a svalové aktivity ve školních podmínkách? Tyto, a odpovědi na další otázky poskytuje diplomová práce, spolu s radami a doporučeními pro další nadšené pedagogy, kteří mají chuť ozvláštnit klasické hodiny biologických seminářů, a inspirují se pro uskutečnění vlastního netradičního semináře.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Nervová tkáň

Nervová tkáň v těle tvoří vysoce sofistikovanou síť schopnou komunikace. Je složena ze dvou typů buněk – neuronů a gliových buněk. Buňky gliové tvoří převážnou podstatu mezibuněčné hmoty, které je ale velmi malé množství. Kontakt neuronů, tedy buněk mozkových, je proto velmi těsný. To umožňuje vznik nervových impulsů, který nervová tkáň přijímá, tvoří a vede.

Nervová tkáň je zodpovědná za organizaci a koordinaci většiny tělních funkcí, a to přímo či nepřímo. Z vlastního organismu či z prostředí přijímá díky receptorům informace, které detekuje, dále analyzuje, integruje a přenáší [1].

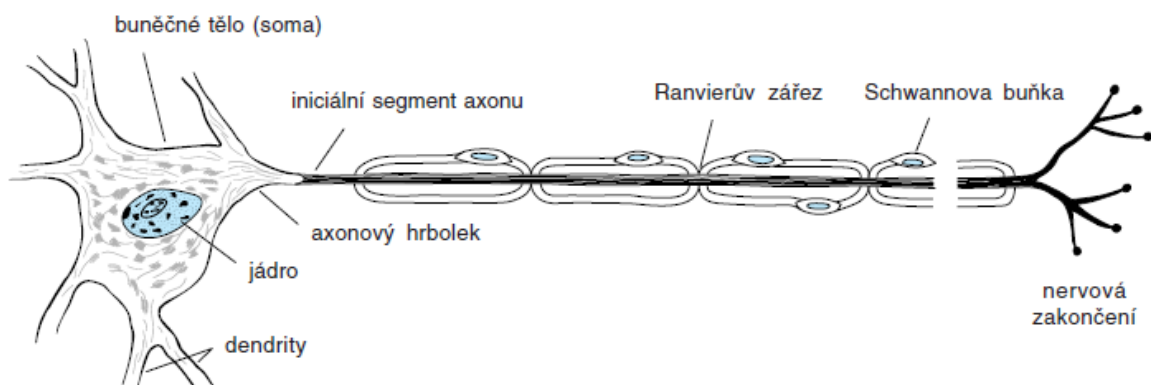
1. 1 Neuron

Nervová buňka se skládá z následujících částí neuronu, kterými se postupně šíří nervový vzruch: dendrity, buněčné tělo, axon, myelinová pochva, Schwannovy buňky, Ranvierovy zářezy a terminální axon [2].

1. 1. 1 Soma (neurocyt)

Jedná se o metabolicky vysoce aktivní buňky, které jsou zodpovědné za držení stálosti elektrochemického gradientu na povrchu buněk, dále v této struktuře dochází k produkci a degradaci různých membrán, mikrotubulů, a dalších struktur cytoplasmy. Tvar celého neurocytu udržují elementy cytoskeletu, a to neurofilamenta (jinak známé jako intermediární filamenta) a neurotubuly.

Každý neurocyt obsahuje sférické velké jádro, které obklopuje cytoplasma, receptory a iontové kanály, které jsou zodpovědné za vznik a šíření akčního potenciálu (AP) [1].



Obrázek 1: Směr šíření elektrického vzruchu neuronem [2]

1. 1. 2 Dendrity

Dendrity jsou výběžky, které mohou vystupovat z buněčného těla rozličně, dle toho neurony dělíme na *multipolární neurony*, které se v lidském organismu vyskytují nejčastěji. Mají více než dva výběžky, přičemž jeden je axon, a ty ostatní jsou dendrity. Neurony s jedním dendritem a jedním axonem nazýváme *bipolární*, dále *pseudopolární*, které mají pouze jeden společný výběžek, který se později rozvětňuje na dendrit a axon, a neurony *unipolární*, které obsahují pouze jeden typ výběžků, a sice axon [3].

1. 1. 3 Axon (neurit)

Pro většinu neuronů je charakteristický pouze jeden axon. Jeho délka je různá, může však dosahovat až 100cm (např. axony motorických neuronů předních rohů míšních). Jednotlivé části axonu lze rozlišit na odstupový konus, iniciální segment, vlastní axon a koncovou část (terminální axon). **Iniciální segment** je klíčový úsek axonu, ve kterém dochází k produkci a distribuci AP. Dále navazuje úsek vlastního axonu. Axon se většinou ve svém průběhu nevětví (zřídka se mohou objevit kolaterální větve, tzv. *kolaterály*, které vystupují krátce po odstupu od buněčného těla neuronu), k bohatému větvení dochází v terminální části axonu, na svém distálním konci, kde vytváří **terminální arborizaci**. Tyto terminální větévky se na svých koncích rozšiřují v *terminální butony*, kde přicházejí do kontaktu s membránou jiných buněk. Charakteristické pro tento úsek jsou synaptické vezikuly, obsahující chemické mediátory, umožňující přenos nervového vzruchu [1].

Axon je obalen **myelinovou pochvou** – lipoproteinovým komplexem složeným z řady střídaných se vrstev lipidů a proteinů. Tato pochva vzniká opakovaným spirálním obtáčením **Schwannových buněk** či výběžků buňky oligodendroglie, čímž je vrstva myelinu prakticky modifikovanými buněčnými membránami. Axon bez obalu je v místech **Ranvierových zářezů**, což jsou krátké úseky na rozhraní dvou za sebou následujících Schwannových buněk. Ranvierův zářez se též označuje jako uzel nervového vlákna (*nodus*), přičemž úsek mezi dvěma Ranvierovými zářezy, odpovídající jedné Schwannově buňce, nazýváme *internodium*. [4].

1. 2 Gliové buňky

Tyto buňky tvoří druhou složku nervové tkáně. Vykonávají podpůrnou funkci, zajišťují výživu nervových buněk, dále také produkují myelin a fagocytují defektované neurony. Tyto buňky představuje cca 90 % všech buněk nervového systému.

V CNS se rozlišují následující typy neuroglií: **ependymové buňky**, **astrocyty**, **oligodendroglie** a **mikroglie** (v PNS *Schwannovy buňky* a *buňky satelitní*) [5].

1. 3 Nervový přenos

Přenos nervového vzruchu se uskutečňuje pomocí **synapse**. Synapse mezi dvěma neurony nazýváme *interneuronovou synapsí*. První neuron, účastnící se synapse, nazýváme **presynaptický**, a druhý **postsynaptický**. Nejčastější jsou tzv. *axo – dendritické synapse*, kdy se spojuje axon nesynaptického neuronu s dendritem postsynaptického neuronu. Jedná se o druh **synapse chemické** (signál je přenášen pomocí neurotransmitéru).

Nervový vzruch je přenášen v podobě AP, který je tvořen v iniciálním segmentu na axonu. Klidový membránový potenciál se v důsledku změny elektrického napětí membrány mění v potenciál akční. V důsledku stimulu (AP) dojde k otevření sodíkové pumpy, v důsledku čehož se začne cytoplasma neuronu sytit sodíkovými kationty, a tím tak zvyšovat kladný náboj přítomný uvnitř neuronu. Jedná se o **depolarizaci**, kdy napětí dosahuje kladných hodnot (mV). Dále dochází k **repolarizaci** pomocí draselné pumpy. Detailní popis charakteristiky chemické synapse vykládají kapitoly 2. 3. 1 Morfologie synapse a 2. 3. 2 Mediátor.

Nervový vzruch postupuje *saltatorním šířením* po délce axonu – pohyb zrychlují Schwannovy buňky, které obsahují velké množství myelinu vytvářející pochvu. Jakmile doputuje AP k terminální části axonu, v místě tzv. **synaptického knoflíku** (knoflíkovité rozšíření terminální části axonu), kanály specializované na vápenaté kationty v presynaptické části se začnou otevírat, a dojde k influxu Ca^{2+} do buňky, což způsobí vyplavení mediátoru acetylcholinu do **synaptické štěrbině** (poté hladina Ca^{2+} klesne na klidovou úroveň rychlým vychytáváním do extracelulárního prostoru). Tento neuromediátor se hromadí v synaptické štěrbině v tzv. *aktivní zóně*, poté se naváže na receptorová místa druhé nervové buňky. Vyplavením acetylcholinu dojde ke změně membránového postsynaptického potenciálu. Pokud je změnou potenciálu vyvolána odpověď v podobě hyperpolarizace, jedná se o **inhibiční postsynaptický potenciál** – IPSP (inhibiční proto, že změna velikosti napětí vzdaluje buňku od napětí, které potřebuje k vytvoření akčního potenciálu). Změna ve směru depolarizace způsobí **excitační postsynaptický potenciál** – EPSP, díky kterému dochází na postsynaptickém neuronu ke vzniku akčního potenciálu a dalšímu šíření vzruchu [2].

1. 4 Centrální nervová soustava

Centrální nervovou soustavu (CNS) tvoří mícha páteřní a mozek, jehož součástí je prodloužená mícha, mozeček, Varolův most, střední mozek, mezimozek a koncový mozek.

1. 4. 1 Fylogeneze CNS

Mozek se vyvinul z kraniální části nervové trubice (struktura, která se vyvinula zanořováním neurální ploténky ektodermálního původu do nitra gastruly), která při svém růstu začala nabývat vůči jejím ostatním částem obrovské rozměry. Tento disproportionální růst nazýváme **encefalizace**. Tato zbytnělá část nervové trubice se začala diferencovat do tří částí: **prosencefalon**, **mesencefalon** a **rombencefalon**. Následně došlo k další diferencii již rozlišených vezikul. Prosencefalon se diferencoval v *telencefalon* (pozdější mozková kůra) a *diencefalon* (pozdější talamus a hypotalamus), rombencefalon v *metencefalon* (pozdější Varolův most a mozeček) a *myelencefalon* (pozdější mícha), mesencefalon zůstal bez diferenciaci. Tvoří se tedy celkem 5 sekundárních vezikul, přičemž hlavní struktury mozku byly odvozeny právě z těchto pěti vezikul. Výsledkem je generalizovaný mozek obratlovců [6].

1. 4. 2 Stavba CNS

Mozek je složen, stejně jako mícha páteřní, z bílé hmoty (pro kterou jsou charakteristická nervová vlákna) a hmoty šedé (složené z nahromaděných těl neuronů). Mozkovou tkáň tvoří neurony a neuroglie. Mozek chrání tři pleny (neboli meningy) protáhlého tvaru, které mají kromě ochranné funkce také funkci trofickou – tvrdá plena mozková (*dura mater encephali*), pavučnice (*arachnoidea encephali*) a cévnatá plena (*pia mater encephali*). Kromě mozku obalují meningy také celou míchu. Mezi těmito plenami se nacházejí nervová vlákna a krevní cévy, které jsou ponořené v mozkomíšním moku (likvoru) [7]. Ten tvoří ochranu mezi měkkou tkání mozku a tkání kostní – tzv. kalvou. Kromě ochranné funkce zastává funkci trofickou a distribuční. Mozkomíšní mok, krev a mozek vyplňují prostor lebky [8].

Prodloužená mícha (*medulla spinalis*) má při pohledu v průřezu vnitřní tmavou oblast motýlovitého tvaru, která je obklopená vnější bílou částí. Tato čtyři křídla míchy se nazývají *roh*y (příčný řez) nebo *sloupce* (podélný řez), přičemž přední roh obsahuje motorické neurony, které jsou zodpovědné za inervaci intrafuzálních vláken, a zadní interneurony, které zprostředkovávají spojení mezi aferentními (senzorickými)

a eferentními neurony. Jinak řečeno aferentní neurony přivádějí informaci z receptorů do CNS, eferentní z CNS do efektorů - tyto dva typy neuronů spojují interneurony. Bílá hmota, na rozdíl od hmoty šedé, obsahuje velké množství myelinizovaných axonů [9]. Středem míchy prochází centrální míšní kanál.

Prodloužená mícha je plynulým pokračováním míchy páteřní. Její součástí je i IV. komora mozková. Spolu s Varolovým mozkiem a mezimozkem je součástí tzv. mozkového kmene. Funkcí prodloužené míchy je přepojení signálů do vyšších center mozku, vstupují a sestupují z ní hlavové nervy (IX. X., XI., (XII.)), jedná se o sídlo retikulární formace (udržuje srdeční činnost, reguluje stav bdělosti a vědomí).

Kaudálně s prodlouženou míchou hraničí **Varolův most** (*pons Varoli*). I zde nalezneme část retikulární formace mozkového kmene. Hraje významnou roli také v řízení motoriky a analýze smyslů. Ve Varolově mostu se vyskytují sluchová jádra, prostřednictvím kterých se do mozku dostává sluchová informace [5]. Jedná se také o místo výstupu hlavových nervů, a to V., VI., VII., VIII. Nad Varolovým mostem se nachází IV. mozková komora, která částečně zasahuje také nad prodlouženou míchu. Stejně jako prodloužená mícha Varolův most zajišťuje přenos signálu do vyšších center CNS.

Mozeček (*cerebellum*) je největší část zadního mozku, přičemž jeho hlavní funkcí je koordinace pohybu, řízení svalového napětí kosterního svalstva, napomáhá držení těla a udržování rovnováhy pomocí integrace informací ze statokinetických [10].

Nejmenší částí lidského mozku je **střední mozek** (*mesencefalon*), je součástí mozkového kmene (spolu s prodlouženou míchou a Varolovým mostem), která se významně podílí na zrakových reflexech, sluchových reflexech a reflexu pupilárním (zornicovým). Zrakové reflexi, jako je sledování pohybu objektů, zajišťuje centrum v tzv. čtverhrbolí (*tectum*), a to sice horní hrbolky tohoto centra. Dolní hrbolky čtverhrbolí zodpovídají za sluchové reflexy – polekání se hlasitého zvuku či otočení se za zvukem.

Další strukturou je **mezimozek** (*diencefalon*), který se skládá ze tří párových struktur: talamu, epitalamu a hypotalamu, k němuž je připojen podvěsek mozkový – hypofýza (endokrinní žláza). Ve střední části se nachází III. mozková komora

Evolučně nejmladší částí mozku je **koncový mozek** (*telencefalon*), dělí se na dvě mozkové hemisféry, které jsou ze tří stran oddělené hlubokými zářezy. Ve spodní části jsou hemisféry spojené kalózním tělesem, který zajišťuje svými nervovými vlákny komunikaci mezi oběma hemisférami. Z kalózního tělesa se větví tisíce nervových vláken do bílé hmoty mozkové, která je uložena ve spodnější vrstvě hemisfér. Druhým typem je

šedá hmota mozková, kterou lze pozorovat na povrchu, a jejíž vrásnění (tzv. **gyrifikace**) umožňuje až třicetnásobné zvětšení povrchu mozku. Vrásněním se tvoří tzv. závitky (gyri). Jeho základní části jsou laloky, pojmenované dle názvů kostí lebky: frontální, parietální, okcipitální a temporální [7].

1. 5 Periferní nervová soustava

PNS zahrnuje všechny neurony v těle, které se nacházejí mimo mozek a míchu. Rozlišujeme **somatickou nervovou soustavu**, která je společným názvem pro **mozkomíšní nervy**. Tyto nervy obsahují jak senzitivní, tak motorická vlákna (motorická přivádějí nervové signály ke svalům, senzitivní odvádějí signály z receptorů). Rozlišujeme 31 párů míšních nervů (jejich počet se shoduje s počtem obratlů – nervy vyúsťují z páteřního kanálu v místech meziobratlových otvorů, a 12 párů nervů kraniálních [7].

Dále rozlišujeme **vegetativní (autonomní) nervovou soustavu**, která automaticky ovlivňuje základní životní funkce – srdeční činnost, frekvenci dýchání, vylučování kyselin v žaludku a některé další funkce tělesných orgánů. Podle vlastností se nervy této soustavy dělí na dvě velké skupiny: **parasympatickou** (parasympatikus) a **sympatickou soustavu** (sympatikus), přičemž jejich působení je antagonistické, což udržuje rovnováhu činnosti orgánů. Parasympatikus produkuje acetylcholin, je aktivován při relaxaci a trávení, naproti tomu sympatikus produkuje adrenalin a noradrenalin při napětí a stresu – tlumí trávení a zvyšuje tělesnou aktivitu [11].

2. Svalová tkáň

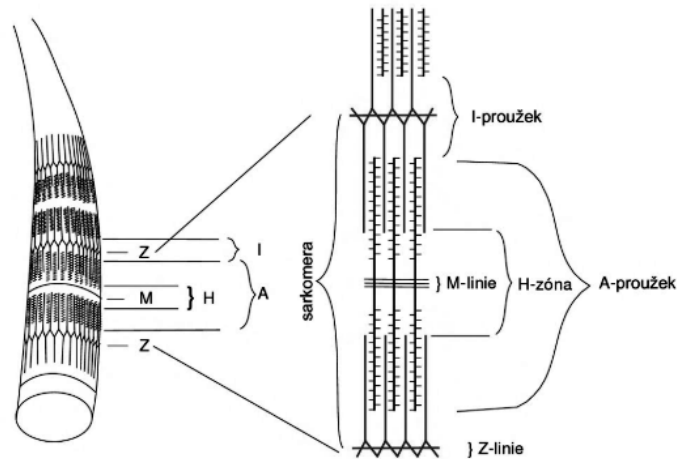
Svalstvo je vzrušivá tkáň (stejně jako tkáň nervová), tzn. je schopné kontrakce a relaxace na základě chemického, elektrického či mechanického impulsu. Podněcuje tvorbu AP, šířící se po buněčných membránách. Výsledkem je schopnost kontrakce a relaxace – základní funkční vlastnosti tkáně. Svalové buňky se od buněk nervové tkáně liší přítomností kontraktálního aparátu, jehož stah je spuštěn AP. Obecně se svaly dělí na tři typy: svalovina hladká, kosterní (příčně pruhovaná) a srdeční svalovina [2]. Až 40 % hmotnosti těla tvoří kosterní svalstvo, které tvoří více jak 600 jednotlivých svalů v těle. Je zodpovědné za veškerou aktivní lokomoci těla, mluvenou řeč či mimiku. Dalších 10 % tělní hmotnosti zaujímá svalovina hladká (umožňující např. vylučování, stahy děložní či žaludeční peristaltiku) a srdeční (tvoří srdeční sval) [1]. Pro následující problematiku elektromyografie je klíčová svalovina kosterní, tudíž bude právě ona obsahem následujících kapitol.

2. 1 Fylogeneze kosterní svaloviny

Kosterní svalovina vzniká z paraaximálního středního zárodečného listu **mesodermu**, vytvářejícího somity, a to sice z **myotomu**, který je jedním ze tří částí somitu, ve které se diferencuje (další je sklerotom – utvářející kostru, a dermatom – utvářející pojivové složky kůže). Myotom se skládá ze dvou úseků, formujících svaly: ventrolaterální oblast, formující tělní stěny a končetiny (hypomerické a hypaxiální svalstvo), a dorsomediální oblast, formující zádové svaly (epimerické svalstvo, epaxiální) [12].

2. 2 Mikrostruktura kosterního svalstva

Stejně jako je u nervové tkáně základním stavebním kamenem nervová buňka neuron, nalézáme u tkáně svalové základní stavební jednotku – **svalové vlákno** (neboli svalová buňka). Jedná se o mnohojadernou buňku, cylindrického tvaru, jejíž povrch kryje buněčná membrána tzv. **sarkolema**. Jedná se o povrchovu polysacharidovou vrstvu, která přechází plynule do tzv. *endomyzia*, ve kterém se nacházejí kapiláry s trofickou funkcí pro svalová vlákna, a také nervová vlákna řídící kontrakci těchto kapilár. Endomyzium postupně přechází do *perimyzia* a *epimyzia*, které mechanicky stabilizuje a rozkládá do celé délky sarkolemy vznikající napětí. Uvnitř svalového vlákna je **sarkoplazma**, která obsahuje mnoho tisíc myofibril, a látky jako jsou mastné kyseliny, glykogen či myoglobin. Ty jsou obaleny **sarkoplazmatickým retikulem**, který je klíčový pro pohyb



Obrázek 2: Schematické znázornění uspořádání sarkomery [5]

vápenatých kationtů Ca^{2+} . Snadnější elektrický kontakt, tedy rychlejší a efektivnější přenos AP mezi sarkoplazmatickým retikulem, sarkolemou a myofibrilami zajišťují, **T – tubuly**, které se zanořují ze sarkolemy do nitra svalové buňky (přímý elektrický kontakt zde neexistuje z důvodu absence spojení typu gap junction, které ale nalezneme např. u srdeční svaloviny). Systém T – tubulů a sarkoplazmatického tubula je označován jako **sarkotubulární systém**.

Myofibrila, základní kontraktilní jednotka svalové buňky, je složena ze vzájemně dotýkajících podélně orientovaných **aktinových** a **myozinových myofilament**, **troponinu** a **tropomyozinu** (kontraktilních bílkovin). Pravidelné uspořádání aktinových a myozinových vláken způsobuje rozdílnou lomivost světla částí svalového vlákna, charakteristickou právě pro příčně pruhované svalstvo. Jednotlivé úseky příčného pruhování byly pojmenovány následujícími písmeny: *I – proužek* (světlejší) obsahuje pouze aktinová filamenta (dlouhá dvojité šroubovice), *A – proužek* (tmavší) obsahuje uprostřed myozinová filamenta (poloha dvou kulovitých hlav a krku), *H – proužek*, uprostřed kterého je viditelná *linie M* (zde jsou ukotvena myozinová filamenta rozbíhající se do opačných stran). Stejným způsobem je popsáno místo, kde se ukotvují filamenta aktinová – *Z linie*. Aktinová vlákna váže k liniím aktinin, linie Z s liniemi M spojuje titin. Úsek mezi dvěma Z liniemi se jmenuje **sarkomera**, která je funkční jednotkou svalu. Vlákna jsou nestejně široká, tlustá vlákna ($2\times$ větší průměr) jsou tvořena myozinem, tenká aktinem, troponinem a tropomyozinem (z toho vyplývá, že A – proužek je hutný tvořený silnými filamentami, méně hutný I – proužek tvoří tenká vlákna [1]).

2. 3 Svalový stah

Ke svalovému stahu dochází prostřednictvím **nervosvalové ploténky**, která uskutečňuje nervosvalový přenos, tedy přenos vzruchu z nervu na sval. Jedná se o **synapsi neuroefektorovou** (té se účastí neuron + efektorová buňka – vlákno příčně pruhovaného svalu). Za tento přenos vzruchu, a tedy excitaci svalstva nutné ke svalovému stahu, je zodpovědný neurotransmitter **acetylcholin**. Ve svalovém vláknu dále dochází ke vzniku AP (což je výsledkem depolarizace membrány sarkolemy), který odstartuje další kaskádu dějů vedoucí ke kontrakci svalu.

2. 3. 1 Morfologie synapse

Nervosvalový přenos (stejně jako v případě interneuronové synapse) se uskutečňuje **synapsí chemickou** (signál je přenášen pomocí neurotransmiteru), která je u člověka nejčastější. Z morfologického hlediska lze synapsi rozdělit do tří částí: presynaptická část, synaptická štěrbin a postsynaptická část.

Presynaptická část představuje rozšířenou část axonu neuronu knoflíkovitého tvaru, obsahující ve svém nitru elementy axonálního cytoskeletu - četné množství mikrofilament, neurotubulů, dále také mitochondrie, a především synaptické vezikuly (váčky), obsahující neurotransmitter (neuropřenašeč). Tyto vezikuly mohou být velké (obsahující majoritně neuropeptidové mediátory) nebo malé synaptické vezikuly (obsahující mediátory nepeptidové povahy, např. glycin či acetylcholin). Přenašeče malých vezikul mohou vznikat, na rozdíl od přenašečů velkých synaptických vezikul, přímo v synaptických zakončeních, což je výhodné při nutnosti doplnit množství mediátoru v místě potřeby. V presynaptické části bylo objeveno přes šedesát speciálních proteinů, jejichž interakce vede ke splynutí váčku s mediátorem s presynaptickou membránou, což vede k vylití mediátoru do synaptické štěrbin. Presynaptický útvar je ohraničen cytoplasmatickou membránou, která obsahuje iontové kanály, zodpovědné za změny membránového napětí, a presynaptické receptory, které interagují s mediátory vylitými v synaptické štěrbině, což vede (většinou) k inhibici produkce do synaptické štěrbin. Méně časté, ale možné je i stimulační působení.

Synaptická štěrbin je úzký prostor mezi presynaptickou a postsynaptickou částí, oddělující plazmatické membrány buněk, tvořící synapsi. Do synaptické štěrbin se mediátory dostávají působením AP, odkud dále pronikají k membráně postsynaptického útvaru.

Postsynaptický útvar ve své plazmatické membráně obsahuje především receptory (proteinové povahy), schopné reakce s přenašečem. V případě nervosvalové ploténky je postsynaptickým útvarem svalová buňka (v případě interneuronové synapse je to další neuron).

2. 3. 2 Mediátor

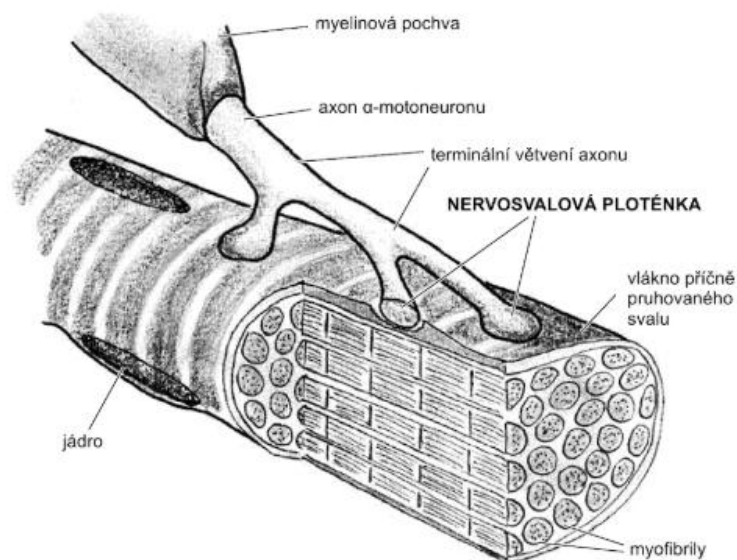
Mediátorem nervosvalových plotének (a také synapse interneuronové) je **acetylcholin**, který je produkován cholinergními neurony. Jedná se o historicky první rozpoznáný přenašeč, vznikající z cholinu a z acetylkoenzymu A působením enzymu cholinacetyltransferázy.

Mediátory lze dělit podle chemické struktury na *biogenní aminy* (např. dopamin, noradrenalin, histamin, atd.), *aminokyseliny* (kyselina glutamová, glycin, atd.), *neuropeptidy* (endogenní opiáty jako např. endorfíny, či neurohypofyzární peptidy jako např. oxytocin) a poslední skupinou jsou *mediátory s jinou chemickou strukturou* nežli předešlé, kam řadíme melatonin či právě acetylcholin [13].

2. 3. 3 Mechanismus svalové kontrakce

Svalovou kontrakci spouští nervový systém pomocí výše popsané neuroefektorové synapse, a to prostřednictvím AP. Vzruch (AP), šířící se po axonu, přichází do nervového zakončení, kde způsobí exocytózu vezikul s acetylcholinem. Následně dojde k otevření napěťově řízených Ca^{2+} kanálů, což způsobí vyplavení acetylcholinu do synaptické štěrbině. Acetylcholin se váže na nikotinové cholinergní receptory postsynaptické membrány. Aktivací těchto receptorů, otevřením Na^+ kanálů a influxem Na^+ do buňky je vyvolán postsynaptický potenciál na postsynaptické membráně (tzv. ploténkový potenciál), na který reaguje svalové vlákno AP a následnou depolarizací [8].

Sodíkové kanály jsou při **depolarizaci** membrány otevřené, membránový potenciál dosahuje hodnoty +65 mV (z klidového potenciálu -95 mV napětí vzrostlo, jelikož došlo k vyrovnání záporného náboje vzrůstem vodivosti Na^+ , zatímco konduktance extracelulárně pro K^+ ionty je velmi malá). Po rychlé depolarizaci dochází k **repolarizaci**, kdy se začíná otevírat K^+ kanál, vzrůstá konduktance pro draslíkové ionty bez ztrát intracelulárního draslíku, a hodnota napětí dosahuje až -105 mV, postupně se vrací potenciál membrány ke klidové hodnotě -95 mV. Bezprostředně po AP dochází k **absolutní refrakterní periodě**, kdy je většina sodíkových kanálů v inaktivním stadiu, nelze tedy další akční potenciál vyvolat.



Obrázek 3: Nervosvalová ploténka [13]

Poté následuje **relativní refrakterní perioda**, během které lze vyvolat potenciál, ale pouze větší depolarizací, než je obvyklá [14].

Systém T – tubulů pomáhá šířit akční potenciál i na membránové organely (zejména na sarkoplazmatické retikulum), kam by byl přenos vzhledem k většímu průměru vlákna velmi komplikovaný [8]. Těmito tubuly se AP dostává do bezprostřední blízkosti sarkoplazmatického retikula (zásobárna Ca^{2+}), kde dochází k uvolnění Ca^{2+} . Koncentrace vápenatých kationtů je v tu chvíli 1000× zvýšena, vápník je však poté okamžitě aktivně odčerpán vápníkovou pumpou zpět do sarkoplazmatického retikula (za spotřeby ATP). Při vysoké koncentraci vápenatých kationtů dochází k navázání Ca^{2+} na troponinový komplex, což způsobí ztrátu inhibičního vlivu tropomyosinu na spojení aktinu s myozinem, a odhalí vazebná místa na aktinu pro vytvoření elektrostatické vazby s hlavicemi myozinu. Dochází k ohnutí myozinové „hlavice“, dojde k překlolení hlavy z úhlu 90° do úhlu 45° , čímž dochází k produkci síly, která vede k vzájemnému posunu aktinových a myozinových vláken (myozin se dostává do kontaktu s dalším aktivním místem na aktinovém vlákně, jelikož ohnutí hlavy způsobí oslabení původní vazby mezi aktinem a myozinem). Dochází tak ke svalové kontrakci, která dále pokračuje, než hladina Ca^{2+} neklesne.

Kontrakce končí ve chvíli, kdy na svalové vlákno přestanou po motoneuronu přicházet AP, vazba mezi vápenatými ionty, které jsou pumpovány zpět do retikula, a troponinem se uvolní, a dojde k přerušení vazby mezi aktinem a myozinem, tím dochází k relaxaci [14].

3. Elektroencefalografie (EEG)

Metoda elektroencefalografie je neinvazivní běžnou elektrofyziologickou metodou, poskytující záznam elektrické aktivity centrální nervové soustavy pomocí povrchových elektrod. Její hlavní využití je v lékařské diagnostice, a to v diagnostice epilepsie, poruch spánku, v psychiatrické léčbě, a obecně pro získání informací o funkčním stavu centrální nervové soustavy. Výhodou oproti vyšetření CT či NMR je možnost opakovaného vyšetření v průběhu delšího časového období, aniž by došlo k větší zátěži pacienta. Mozkovou aktivitu lze sledovat i při pohybových činnostech, což se plně využívá ve sportu a v rehabilitační medicíně [15].

Na stejném principu funguje také EKG, která pomocí povrchových elektrod snímá elektrickou aktivitu srdce na základě excitabilní schopnosti a přenosu podráždění buněk myokardu [16].

3. 1 Princip EEG

Jak již bylo řečeno v úvodních kapitolách, mozek pracuje na základě změn elektrických potenciálů. O této elektrické aktivitě lze získat grafický záznam pomocí registrování a analyzování. A to neinvazivní metodou elektroencefalografie, která zmíněnou aktivitu snímá z povrchu hlavy (vzhledem k tomu, že součet elektrických potenciálů všech neuronů je tak obrovský, netřeba užít invazivních postupů přímo do těla). Jedná se tedy o vyšetření CNS, jehož výchozím záznamem je elektroencefalogram – záznam časové změny elektrického potenciálu mozkové aktivity. Tento záznam pořizuje zařízení elektroencefalograf. Grafickým záznam jsou EEG křivky, které registrují rozdíly měnícího se elektrického pole mozku mezi dvěma elektrodami [15].

3. 2 Historie EEG

V roce 1875 Richard Caton (a v tentýž rok Nikolaj Jakovlevič Danilevskij) popsal jako první EEG, a to pomocí obnaženého a rozřízlého kortexu pokusných králíků a opic. Dokázal, že anatomické specifické aferentní dráhy, které jdou od periferních smyslů do centra v kortexu, mají elektrickou povahu. Caton se dále také zabýval lokalizací senzorických částí mozku pomocí světelných záblesků.

U lidí bylo EEG poprvé provedeno v roce 1920 Hansem Bergrem, neuropsychiatrem, který publikoval jako první dokonalé křivky EEG. Devět let na to v roce 1929 objevil a popsal první dvě frekvenční pásma – alfa a beta. Setkal se však i s odpůrci, kteří tvrdili, že EEG jsou artefakty (nežádoucí signály na EEG, které mají

svůj původ jinde). Předmětem Bergerova studia bylo také zkoumání vlivu spánku, narkózy či manických poruch na rychlost vln. Berger také jako první pojmenoval tuto metodu – „elektrenkephalografie“ přičemž s malým pozměněním tento název využíváme dodnes.

Adrian a Matthews v roce 1934 potvrdili Bergerovy nálezy – popsali EEG křivku EEG u člověka, ale také u hmyzu – konkrétně u hlavového ganglia *ditiscus marginalis*. U obou popsali velkou citlivost na světlo (reprodukce mozkového rytmu do rytmu blikajícího světla).

V druhé polovině dvacátých let došlo k výraznému vývoji zařízení elektrokardiogramu, a k inovacím, které přispěly ke kvalitnějšímu EEG záznamu. Zásadní změnou způsobu registrace bylo využito osobních počítačů pro získání záznamu.

A jako poslední z bohaté historie a vývoje EEG metody bych ráda zmínila metodu zabývající se vlivem inteligence na aktivitu EEG vln. V osmdesátých letech byla objasněna zajímavá teorie týkající se korelace alfa aktivity s inteligencí využitím aritmetických testů. Gasser a spol. roku 1983 poskytly výsledky, dle kterých hrají zásadní roli pásma beta, théta a delta, nikoliv alfa, jak se domníval Fuller (1977). Čím více beta a méně théta – delta aktivity, tím vyšší IQ a naopak [18].

3. 3 Elektroencefalogram

Jedná se o záznam časových změn elektrické aktivity mozku, tedy záznam změn elektrického potenciálu. Na EEG záznamu se rozlišuje několik základních typů elektrické aktivity, a to: aktivita alfa, aktivita beta, aktivita théta a aktivita delta. Tyto aktivity se na záznamu projeví jako vlny, které se liší následujícími grafoelementy: tvarem, frekvencí a amplitudou [19]. Při standardním měření má záznam délku 20 minut [20].

3. 3. 1 Alfa aktivita

Frekvence základní alfa aktivity je 8 – 12 Hz. Její amplituda je běžně 20 – 80 μ V. Za oblast převahy a maxima výskytu alfa signálu se považuje týlní a temenní část mozku (tj. temporoparietookcipitální oblast). Alfa aktivita se projevuje v případě, že je mozek zdravý (pokud je přítomný tumor, trauma, encefalitida či cévní příhoda, alfa se mění nebo ztrácí), bdělý (při spánku a v bezvědomí se rozpadá), zralý (nad 7 let má aktivita přirozenou podobu, pod tento věk je aktivita pomalá). Alfa aktivita se projevuje při zavřených očích. Výskyt alfa aktivity je typický při tělesné a duševní relaxaci, při odpočinku, klidu a zavřených očích, kdy dochází k regeneračním procesům. Mysl není

rozptylována prostředím, ani nedochází k soustředěnému přemýšlení. K redukcí této aktivity dochází při psychické či fyzické činnosti, kdy se objevuje aktivita beta.

3. 3. 2 Beta aktivita

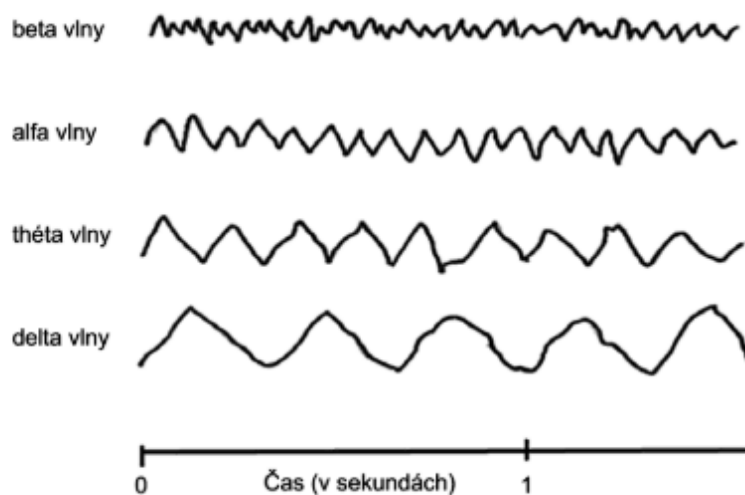
Frekvence, charakterizující toto pásmo, má velikost 12 – 30 Hz. Její amplituda dosahuje ve srovnání s alfa nižší hodnotu, a to kolem 10 μV . Je dominantní nad frontálními krajinami, tedy v čelní části mozku. Tato aktivita se projevuje za bdělého stavu a při otevřených očích [15]. Při mentální a fyzické činnosti, ve stavu akceschopnosti, připravenosti reagovat, a při pocitech strachu a úzkosti, dále je charakteristická pro stavy řešení problémů. Nárůst beta aktivity je tedy spojován se zvýšením kognitivních funkcí. Beta aktivita se projevuje v převážné části dne [17].

3. 3. 3. Théta aktivita

Má frekvenci od 4 – 8 Hz, s průměrnou amplitudou 30 μV . Objevuje se převážně nad temporální krajinou (čelní a temenní část mozku). Nereaguje na otevření očí, naopak výraznější může být při nepozornosti (často se vyskytuje u dětí s ADHD). Je charakteristická pro ospalost, usínání, hluboké uvolnění, či při paměťových procesech (kódování a opětovné obnovení informací) – v tomto pásmu dochází ke zkvalitňování dlouhodobé paměti. Při této aktivitě je tělo i mys v hlubokém útlumu, nereaguje na žádné smyslové podněty [15].

3. 3. 4 Delta aktivita

Jedná se velmi pomalé vlny o frekvenci méně než 4 Hz s amplitudou až 200 μV vyskytující se při spánku či při bezvědomí. Při aktivitě delta dochází k hluboké



Obrázek 4: Základní mozkové vlny [13]

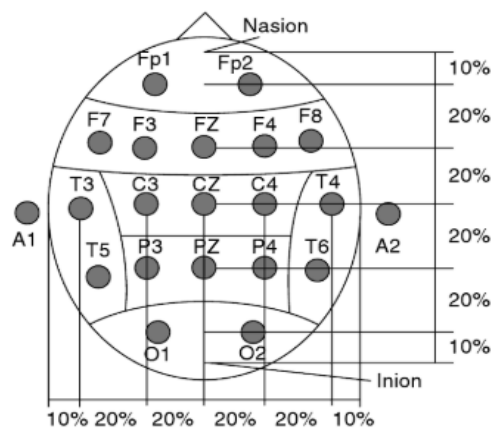
regeneraci organismu. V této fázi dochází k velice výraznému útlumu všech funkcí.

Alfa, beta, théta a delta vlna se uvádějí jako hlavní mozkové aktivity. Existuje však ještě aktivita gama (30 – 50 Hz, oblast převahy maxima: precentrální a čelní část mozku), vyskytující se při bdění, aktivita Kappa (8 – 12 Hz, oblast převahy maxima: přední a spánková část mozku), spojována s procesem myšlení a řešení problémů, a aktivita Lambda (oblast převahy maxima: vertex), která se projevuje při vizuální stimulaci či při otevření očí [17].

3. 4 Elektroencefalograf

Elektroencefalogram je při klasickém EEG vyšetření snímán pomocí přístroje elektroencefalografu. Ten se skládá ze snímacích elektrod, zesilovače a procesoru. Dnes se využívají elektrody připevněné na speciální čepici, která se upevní na pacientův skalp. Přístroj snímá pomocí těchto elektrod elektrickou aktivitu vznikající v mozku. Tyto elektrody jsou umístěné dle předepsaného Mezinárodního systému umístění elektrod, nebo jednoduše **systému „10 – 20“**. Každá elektroda je označena písmenem a číslem. Písmeno charakterizuje oblast mozku, nad kterou se elektroda nachází, a číslo označuje polohu a umístění elektrody v rámci dané oblasti - Fp1, Fp2 (prefrontal), F3, F4 (frontal), Fz (frontal middle), C3, C4 (central), Cz (central vertex), P3, P4 (parietal), Pz (parietal midline), F7, F8 (anterior temporal), T3, T4 (middle temporal), T5, T6 (posterior temporal), A1, A2 (earlobes). Přičemž každá elektroda je od ostatních vzdálena o 10 nebo 20 procent. Využívají se elektrody stříbrné, pokryté chloridem stříbrným (AgCl). Jako vodivé prostředí pro tyto elektrody slouží gel, který se nanese na pokožku hlavy [20].

Při záznamu EEG lze využít **bipolární zapojení elektrod**, které porovnává potenciál mezi dvěma elektrodami na kůži lebky – umožňuje přesnou lokalizaci ložiska,



Obrázek 5: 10 – 20 systém uspořádání elektrod [20]

nebo **unipolární zapojení elektrod**, které porovnává potenciál mezi aktivním bodem mozkové tkáně (explorační elektrody) proti bodu s nulovým potenciálem – proti referenční elektrodě (např. ušní boltec). V případě bipolárního zapojení elektrod se rozlišuje ještě zapojení **longitudinální** (podélné) a **transverzální** (příčné), podle směru, jakými jsou vytvářeny řetězce elektrod [19].

3. 5 Vyšetření EEG

Velkou výhodou EEG vyšetření je jeho neinvazivnost. Další výhodou vyšetření je fyzická nenáročnost. Pacient je vyšetřován v klidu v poloze vleže, při zavřených očích a při využití tzv. aktivačních metod. Pacient by před vyšetřením neměl použít gel, lak ani tužidlo na vlasy, měl by být dostatečně vyspalý a střízlivý, žádné další stravovací či jiné omezení vyšetření nevyžaduje [21]. Vyšetření trvá celkem 20 minut, pacient uvolněně leží na lůžku, bdělí, se zavřenýma očima, a je sestrou vyzýván k úkonům aktivačních metod. Vyšetření se provádí pouze na doporučení neurologa, psychiatra či psychologa [19].

3. 5. 1 Aktivační metody

Během ničím nerušeného EEG záznamu lze jen velmi těžko získat EEG záznam, dle kterého je možné definovat přesně všechny jeho části a možné abnormality. Aktivačními metodami lze zvýraznit mozkovou aktivitu, aktivovat patologické projevy, a tak lépe definovat všechny grafoelementy. Mezi aktivační metody se řadí otevření a zavření očí, fotostimulace, hypoventilace nosem a ústy, spánková deprivace a spánek.

K otevření a zavření očí je pacient vyzván obvykle na začátku a na konci vyšetření. Dochází přitom většinou k blokádě a rebound efektu (RE) alfa aktivity (aktivita má vyšší amplitudu po zavření očí, než byla před otevřením očí). Dle této reakce lze hodnotit funkční stav mozku i jeho organické poruchy.

Pomocí hyperventilace nosem a hyperventilace ústy lze odlišit patogenetické příčiny epilepsií. Dochází k nepravidelné alfa aktivitě, poté se objevuje theta, a následně i delta aktivita. To vše v průběhu 4 minut (cca do 6ti let je objevení delta aktivity při intenzivní hyperventilaci na hranici normy. Hyperventilace nosem a ústy se provádí každá po dobu 4 minut, s pauzou 2 minut mezi sebou [18].

Fotostimulace se provádí tzv. stroboskopem, který je umístěn před obličejem pacienta. Přístroj vytváří záblesky měnící se frekvence ve stanovených časových úsecích.

Při spánkové deprivaci je pacient vystaven nedostatku spánku – pacient nespí celou noc, a poté je prováděno EEG [19].

3. 6 Neurologická onemocnění

Tato kapitola nabízí výčet vybraných onemocnění mozku s důrazem na epilepsii, jakožto nejčastější příčinu provedení EEG vyšetření.

Jedna z nejčastějších příčin indikace EEG vyšetření je podezření na onemocnění **epilepsie**, pro které je charakteristické opakování epileptických záchvatů. Epileptické záchvaty jsou vůlí neovlivnitelné, projevují se změnou chování, ve většině případů doprovázené alterací vědomí. Dochází k nim z důvodu vzniku abnormálních elektrických výbojů v mozkových neuronech, které jsou dobře patrné na EEG záznamu jako tzv. komplexy hrot – vlna [22]. Epilepsie jako onemocnění je označováno pouze tehdy, když se objeví minimálně dva nevyprovokované záchvaty. Epileptický záchvat může být symptomem pro jiné vážné mozkové onemocnění - v takovém případě se označuje jako symptomatický epileptický záchvat, a je možné ho pozorovat při rostoucím nádoru, traumatu nebo krvácení do mozku. Záchvat nemusí ale vždy indikovat jiné vážné onemocnění, může být symptomem jediným, jako je tomu u epileptického onemocnění **idiopatické generalizované epilepsie (IGEs)** [23]. IGEs je geneticky přenosné onemocnění, které představuje až 1/3 všech epilepsií. Projevuje se generalizovanými záchvaty různého stupně závažnosti, jež mohou vyvolat faktory jako je fotostimulace nebo absence spánku. Epilepsie může být tedy také dědičná [24].

Podle typu záchvatu při něm může docházet k samovolnému pomočení nemocného, k pokousání, k nesmyslným pohybům, křečím až obrně. Dochází k záchvatům, které mohou doprovázet psychické příznaky (halucinace, afekty,...) a motorické projevy (svalové záškuby náhlé rychlé kontrakce,...) nebo se vyskytnout nemusí. Nejvážnější je tzv. velký záchvat, při kterém se objevují všechny motorické projevy, nemocný si může pokousat jazyk nebo se i ve fázi křečí udusit. V každém případě je nutná pomoc neurologa a následná vyšetření [23].

EEG se také uplatní v psychiatrii, kde pomáhá identifikovat topografickou identifikaci procesu a celkový rozsah poškození, ovšem bez možnosti popisu přesné etiologie onemocnění. EEG pomáhá diferencovat **panickou poruchu** či **poruchu depresivní** od jiných abnormalit, praktický význam indikace EEG nemá však u onemocnění jako je schizofrenie či bipolární afektivní porucha [21].

EEG podstupují pacienti s podezřením na virové infekce, jako je např. **herpetická encefalitida** (*herpes simplex 1* či *herpes simplex 2*) či **klišťová encefalitida**. Společnými příznaky pro tato onemocnění jsou silné bolesti hlavy a vysoké horečky, při herpetické encefalitidě jsou z 40 % všech případů typické výskyty epileptických projevů. Primárním

vyšetření při podezření na virovou infekci mozku je lumbální punkce a následné vyšetření likvoru. Kromě virových infekcí CNS postihují také infekce bakteriálního původu, způsobující infekce mozkových obalů, jako **pneumokoková meningitida** (*Pneumococcus pneumoniae*) či **meningokoková meningitida** (*Neisseria meningitidis*) [25].

4. Elektromyografie (EMG)

Elektromyografie je metoda, která studuje funkci kosterního svalstva a PNS, napomáhá ohodnotit funkční stav motorického systému. Díky tomuto vyšetření lze učit míru poškození svalové tkáně, či poruchy nervového systému. EMG se využívá se pro neurologickou diagnostiku – přesněji určí místa postižení, stanoví charakter a vážnost postižení.

4. 1 Princip EMG

EMG se řadí mezi elektrofyziologické metody, jelikož zahrnuje odlišné postupy, jako indukční studie periferních nervů a vyšetření svalů jehlovou elektrodou. Tyto metody pořizují pomocí elektrod záznam elektrického potenciálu kosterní svaloviny a PNS. Tento záznam se nazývá elektromyogram [26]. Takže podobně, jako v již popsané EEG metodě, se snímají v těle vznikající elektrické potenciály, poté se zesilují a zobrazují (stejně také jako EKG). EMG se však od EEG některým liší. Sval ve zdravém stavu a v klidu v totálním uvolnění nevytváří sám od sebe žádné elektrické potenciály. Ty se objeví po elektrickém podráždění nervu zásobující daný sval, při reflexní odpovědi či při volním stahu. Další odlišností je možnost provedení, kdy v případě EMG neexistuje jednoduché schéma vyšetření, které by umožnilo provedení vyšetření laborantkou či sestrou. EMG provádí vždy lékař, který rozhoduje o tom, jaký konkrétní sval bude sledován jakým postupem [27].

4. 1 Historie EMG

První detekce elektrického potenciálu (jako odpověď kontrakce svalů) proběhla v roce 1838 Carlem Matteuccim, který v roce 1844 dokázal produkci elektrického proudu svalem, za což mu byla udělena Královskou společností medaile. Vlastní počátek elektromyografie lze datovat rokem 1851, ve kterém Emil du Bois-Reymond využil baňky s elektrolytem jakožto registrační elektrody, a tím registroval elektrickou odpověď svalů při volní kontrakci. Důležitý byl přelom 19. a 20. Století, rok 1912, ve kterém H. Piper registroval volní svalovou aktivitu v podobě opakujících se akčních potenciálů.

Základem pro zdokonalování této metody byl vznik neurofyziologie, která od 40. let minulého století prodělávala velký rozvoj. Elektrofyziologie definovala buněčnou membránu excitabilních buněk, jakožto membránu schopnou tento potenciál přechodně měnit [28].

Mezi dnes již historické metody záznamu elektrické aktivity svalu se řadí vyšetření *reobáze* (jedná se o nejslabší stimul, který může vyvolat AP, pokud působí neomezeně dlouho) a *chronaxie* (stimul dvakrát silnější než reobáze, nezbytný k vyvolání AP nutný k vyvolání odpovědi ve svalech či nervech) [26].

4. 2 Elektromyograf

Během EMG vyšetření se využívá přístroj elektromyograf, jehož základními součástmi je stimulátor, různé typy elektrod (dle typu vyšetření), zesilovač, monitor a reproduktor.

Stimulátor je využíván při kondukčních vyšetření z důvodu využití povrchových elektrod. Zdravý sval při úplném uvolnění nevytváří žádný elektrický potenciál. Ten je vyvolán stimulací pomocí **stimulátoru**, který vyvolává AP změnami napětí na membráně nervového vlákna. Stimulátor využívá stejnosměrný proud, přičemž velikost napětí je mezi 30 – 100 mA (80 – 100 mA v případě motorických nervů, u senzitivních nervů kolem 30 mA) po dobu 0,05 – 1,0 sekundy [29]. V praxi se využívá supramaximální stimulus, který vyvolá AP o intenzitě cca 20 % nad intenzitou maximálního stimulu. Ke stimulaci se využívá **povrchová stimulační elektroda**, která má dva póly: katodu a anodu [28]. Lze využít i **stimulační jehlové elektrody**, které nabízejí výhody jako možnost použití velmi nízké intenzity stimulace, cílenější stimulace v blízkosti hrotu jehly, nevýhodná je však invazivnost této metody [26].

Existují i kontraindikace stimulace, jako např. možnost poškození implantovaného kardiostimulátoru pacienta a následné selhání srdce. Těmto místům je třeba se vyhnout, jelikož by teoreticky mohlo dojít k interferenci elektrické stimulace s funkcí Pacemakeru, který by mohl (vlivem záměny impulzů stimulace EMG za stimuly kardiálního původu) měnit stimulaci, nebo by mohlo dojít k přeprogramování Pacemakeru. Tyto obavy jsou však nepodložené skutečností, dosud nebyl publikován žádný z podobných negativní vlivů, přesto však mnoho pracovišť v případě této indikace neprovádí EMG svalů horní poloviny těla. [30].

Nedílnou součástí technického vybavení jsou dále **elektrody registrační**, které jako tzv. **aktivní elektroda**, která se umísťuje do bodu, ze kterého chceme snímat (zóna obvykle uprostřed bříška svalu, kde se nacházejí nervosvalové ploténky) a **referenční elektroda**, která se umísťuje nad šlachou [28]. Tyto elektrody jsou při vyšetření umísťovány nad průběhem nervu (mezi elektrodu a kůží je aplikován vodivý gel či pasta), aktivní elektroda se umísťuje blíže stimulační elektrodě, referenční elektroda do

větší vzdálenosti od stimulační elektrody. Další elektrodou je **elektroda zemnicí**. Tyto registrační elektrody spolu s elektrodou stimulační jsou napojeny na EMG přístroj. Snímán je potenciál mezi aktivní a referenční elektrodou [26].

Výše uvedené elektrody jsou elektrody povrchové, využívající se při kondukčním vyšetření. Lze však použít také elektrody jehlové, o kterých již byla zmínka výše. Opět se dělí na elektrody stimulační a registrační. Jehlové elektrody jsou využívány při provedení jehlové elektromyografie. Jako jehlové registrační elektrody se využívá tzv. koncentrická (koaxální) elektroda, která je složená ze stříbrného či platinového drátku, který je obklopen ocelovým pláštěm. Tento plášť má funkci referenční elektrody, a aktivní elektrodou je obnažený konec drátku, který snímá potenciál [31]. Jehlové elektrody je výhodné využít zejména u pacientů s kardiostimulátorem, kde lze stimulovat pouze v určitém místě a s využitím malého proudu. U pacientů, kteří mohou být infekční (AIDS,...) je nutné využít elektrody na jedno použití [26].

Stejně jako v případě EEG je záznam EMG třeba zesílit s cílem získat co nejlepší kvalitu záznamu. To má za úkol zesilovač spolu s frekvenčními filtry, které zabraňují výraznému tvarovému zkreslení při zachycení signálu zesilovačem.

Již zesílený a odfiltrovaný signál je registrován na monitoru. Lékař společně s diagnostikou pozorovaných grafoelementů sleduje i jejich zvuk, kterým jsou mnohé z nich charakteristické [28].

4. 3 Metody vyšetření EMG

Jak již bylo v úvodu této kapitoly popsáno, elektromyografie je souhrnné označení pro několik metod vyšetření, které umožňují zhodnocení stavu kosterního svalstva a PNS. Jedná se o tzv. kondukční studie, které podávají informace o vedení periferních nervů, a vyšetření jehlou, které bývá považováno za samotné vyšetření EMG jako takové, jelikož zaznamenává pouze elektrické signály kosterních svalů.

4. 3. 1 Kondukční studie

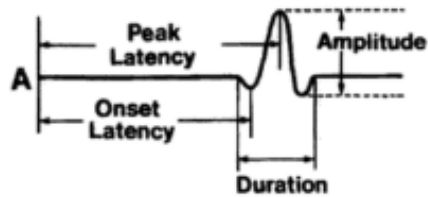
Při vyšetření kondukční metodou jsou využívány (výše popsané) následující typy elektrod: referenční elektroda, aktivní elektroda, zemnicí elektroda a stimulační elektroda. Převážně se využívají pouze povrchové elektrody (jehlové elektrody se využívají jen ve výjimečných případech, kdy je AP málo či téměř nečitelný – obezita pacienta, otoky, anatomické anomálie). Tento typ vyšetření umožňuje získat obraz o možných patologických nálezech, jako je axonální či demyelinizační léze. Elektrody se umísťují dle toho, jaké typy vláken jsou vyšetřovány. [26].

Existují faktory, které mohou ovlivnit výsledky kondukčních studií. Teplota je jedním z parametrů, které je třeba kontrolovat během vyšetření. Má zásadní vliv na vedení nervového impulsu nervem (snížení teploty o 1°C vede i ke snížení rychlosti vedení nervem o 1,2 – 1,5 m/s). Dále je nutné si všimnout věku pacienta – v případě novorozenců dosahuje rychlost vedení cca 50% rychlosti vedení zdravého člověka. V neposlední řadě to je dále také správné umístění elektrod – uložení, vzdálenost mezi nimi,... [29].

Výsledkem vyšetření vedení periferního nervu při použití povrchových elektrod je **sumační svalový akční potenciál** motorických vláken – **CMAP** (v případě měření smíšeného nervu se jedná o CNAP, v případě senzitivních nervových vláken se označuje jako SNAP). CMAP charakterizuje aktivitu všech vláken současně se kontrahujícího svalu či nervu. Zobrazení AP se na monitoru promítne ve tvaru vlny. Negativní výchylka se na monitoru dle konvence vykreslí směrem vzhůru, pozitivní směrem dolů.

Na záznamu lze popsat jednotlivé části této vlny, a to sice *stimulus*, dále tzv. *latenci odpovědi*, což je doba, která uplyne od aplikace stimulu k odpovědi – objevení se svalového potenciálu (udávána v milisekundách). Dále lze popsat *amplitudu*, což je velikost výchylky křivky od bazální linie, udává se v milivoltech či mikrovoltech, *rychlost vedení* motorickými a senzitivními vlákny (udává se v m/s), dále *trvání AP* (doba od odstupu křivky od basální linie k dalšímu protětí basální linie křivkou), a *počet fází* (počet protětí basální linie křivkou) [26]. Tato vlna se značí jako tzv. **M – vlna** (muskulární), a je zobrazením AP svalu, způsobeným přímým vedením elektrického impulsu nervem.

Za CMAP se pravidelně vykreslují tzv. **pozdní odpovědi**, kterými jsou následující jevy: **F vlna**, **H reflex** (vlna H) či **intermediární odpovědi**. Vlnou H označujeme potenciál s nejdelší latencí, který je vyvolaný stimulací s postupně se zvětšujícími podněty. Charakterizuje tzv. H reflex, který je elektrofyziologickým projevem monosynaptického míšního reflexu, který je aktivovaný depolarizací senzitivních nervových vláken. Vyšetření se provádí stimulací holenního nervu uprostřed podkolenní jamky. Dále lze stimulací pozorovat vlnu F, způsobenou zpětným vedením AP motorickým axonem k tělu neuronu a následnou novou depolarizací, přičemž vlna F má menší latenci než vlna H, a na rozdíl od H reflexu testuje pouze motorická vlákna (nikoliv senzitivní neurony) [32]. Mezi pozdní odpovědi se někdy zařazují tzv. intermediární (vmezeření) odpovědi, objevující se při vyšetření F vlny [26].



Obrázek 6: Sumační svalový akční potenciál [31]

4. 3. 2 Jehlová elektromyografie

Záznam vlastní kontrakční funkce svalu způsobené depolarizací je získáván pomocí jehlové elektrody, kterou lékař zasune přímo do svalu. Existuje několik typů jehlových elektrod. Nejvíce užívanou je již zmíněná monopolární koncentrická jehlová elektroda, která nese jeden elektrický pól ve svém ocelovém plášti, a druhý v platinovém či stříbrném drátku elektrody [26]. Dalším typem elektrody je monopolární elektroda. Jedná se opět o tenký drátek s aktivním hrotem, kromě nějž je celý izolován teflonem. Oproti koncentrické monopolární elektrodě je ostřejší a tím je inserce méně bolestivá. Pro jehlovou EMG je důležité použití reproduktoru, jelikož jednotlivé typy svalových aktivit a jejich vln je charakteristický doprovodnými zvukovými fenomény. Také při aplikaci jehly do svalového bříška informuje zvukový signál lékaře o tom, zda je v blízkosti svalového vlákna (vysoký ostrý zvuk) či v jeho vzdálenosti (tupý zvuk) [29].

Kontrakční vyšetření jehlou může být hemofilie či infekční etiologie, jako jsou kromě AIDS i přenosné demence jako Creutzfeld – Jakobova nemoc. Vyšetření jehlou není také vhodné pro pacienty s transplantovanými chlopněmi, u kterých může vést aplikace jehly k endokarditidě [26].

Před samotnou aplikací jehly do svalu lékař desinfikuje sval nejčastěji jodovou tinkturou, ajatinem nebo lihobenzinem. Poté je důležité, aby pacient sval uvolnil (sval musí být teplý, jinak by došlo ke zkreslení výsledků, stejně jako v případě indukční studie). Po vpichu jehly do svalu dochází k podráždění a poškození okolních svalových vláken jehlou, čímž vznikají po dobu několika desítek milisekund nepravidelné myotonické výboje. Tato tzv. **inzerční aktivita** může trvat déle v případě inervace či při metabolických onemocněních, či vymizet v případě atrofie [28]. Dále lékař pacienta vyzve, aby lehce začal sval, a hodnotí tvar křivek tvořících se vln AP (alespoň z pěti míst) při této tzv. **volní aktivitě** [26]. Během vyšetření lékař také hodnotí tzv. **spontánní aktivitu**, ke které dochází při relaxaci svalu. V případě zdravého stavu svalů lékař neregistruje žádnou spontánní aktivitu (s výjimkou ploténkové aktivity, které se může objevit během relaxace, pokud je hrot jehly v blízkosti nervosvalových plotének) - tzv. ploténkový šum s charakteristickým zvukem šumění mořské mušle [28]. Abnormální

spontánní aktivita může být projevem poruchy nervosvalového přenosu, axonálního postižení či onemocnění svalu (fibrilace s typickým zvukovým doprovodem v podobě bubnování kapek deště, pozitivní ostré vlny s postupným návratem k bazální linii doprovázené zvukem podobajícím se hře na varhany, ...) [27].

4. 4 Nervosvalová onemocnění a nemoci kosterního svalstva

Neuropatie je souhrnný název pro onemocnění periferních nervů. Jako příklad mononeuropatie lze uvést časté onemocnění **syndrom karpálního tunelu** (*léze n. medianus*). Je to nejčastější onemocnění, pro které se praktikuje vyšetření EMG. Při onemocnění dochází k demyelinizaci axonů a k postižení senzitivních vláken. Predispozice k tomuto syndromu mají lidé zaměstnaní ve fyzicky náročné práci – zejména zatěžující zápěstí, dále diabetici, těhotné ženy či lidé trpící dnou. Při vyšetření se využívá kondukční studie i jehlové EMG. Příkladem polyneuropatie je polyneuropatie při chronickém abusu alkoholu, která je způsobena toxicitou alkoholu a nutričním strádáním, zejména absencí vitamínu B [29].

Myopatie je souhrnný název pro vrozená i získaná onemocnění kosterního svalstva. Mezi charakteristické příznaky těchto onemocnění patří svalová slabost, únavnost a snížená tolerance fyzické zátěže (jedná se o příznaky tzv. negativní), a myalgie (bolesti svalu), krampy (křeče svalů) či kontraktury [32].

Svalová dystrofie je vrozeným typem myopatie (v převážné většině dědičná, v malém procentu může vzniknout novými spontánními mutacemi). Typická je slabost svalů a atrofie, a to zejména pletencového svalstva. 2/3 všech progresivních svalových dystrofií představuje svalová dystrofie *Duchenneova typu*, která se projevuje v útlém věku (2. – 5. rok). Druhou formou svalové dystrofie je *Beckerova svalová dystrofie*, která se projevuje v pozdějším věku (do 25 let). Je charakteristická benignějším průběhem, myokard nebývá poškozen. Oba tyto druhy dystrofií jsou nevyléčitelné [29].

Mezi další myopatie se řadí myopatie metabolická, která je charakteristická snížením dostupnosti energie pro sval. Endokrinní myopatie se může projevit v podobě steroidní myopatie, tyreopatické myopatie (související s abnormální funkcí štítné žlázy a jejich hormonů), myopatie při diabetu, steroidní myopatie, kterou způsobuje abnormální hladina glukokortikoidů endogenního původu, a další... [14].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5. Metodika a cíle

V praktické části diplomové práce jsem se zabývala přípravou výukového a metodického materiálu vyučovacích hodin v rámci seminářů biologie na témata z oboru zdravotnictví – vyšetření EEG a EMG. Jedná se o rozšiřující témata, nad rámec učiva uvedeného v RVP pro všeobecně vzdělávací předmět Biologie. Přesto jsou to témata z mnoha hledisek zajímavá, možná i potřebná, jelikož se dotýkají jevů z praktického života, a mají potenciál žáka motivovat a zpřístupnit vybrané biologické poznatky v širším kontextu, s mezioborovým přesahem (fyzika, chemie). Náplní seminářů nebyla pouze problematika zmíněných vyšetření, ale byla rozšířena také o výchovná témata, která měla poskytnout v rámci prevence náměty a myšlenky, týkající se ochrany vlastního zdraví, a témat dalších. Během příprav jsem promýšlela co nejefektivnější využití rozličných didaktických prostředků, které jsem vytvořila: pracovní listy, prezentace a obrazové přílohy, jejichž detailní popis a charakteristiku tato část práce obsahuje, a které dokládám v příloze.

Nedílnou součástí praktické části je zhodnocení efektivity didaktických příprav a provedení seminářů. Míru spokojenosti s jednotlivými aspekty semináře, rozsah pochopení probírané látky a aktivizaci během výuky žáci vyjádřili v dotaznících, které na závěr každého semináře vyplňovali. Množství osvojených poznatků, na základě kterých lze analyzovat rozsah srozumitelnosti seminářů, jsem zhodnotila na základě komparace vstupního a výstupního testu, seminář jsem zhodnotila také z hlediska retence získaných poznatků. Důležitým prvkem hodnocení mých snah je také názor zkušených pedagogů a didaktiků, kteří zhodnotili mnou připravený materiál z odborného hlediska.

V rámci praktické části diplomové práce jsem si stanovila následující cíle, přičemž úspěch či neúspěch v jejich dosažení bude na závěr práce zhodnocen.

Tabulka 1: Souhrn stanovených cílů pro provedení praktické části diplomové práce

Číslo cíle	Formulace cíle
1.	Provést dva 90minutové semináře – jeden na téma EEG, druhý na téma EMG na SŠ.
2.	Pochopitelným způsobem exponovat nadstavbovou látku problematiky EEG a EMG.
3.	Navrhnout pracovní listy, které podpoří výklad a zpestří průběh výuky.
4.	Navrhnout a využít vhodnou prezentaci, která zefektivní výuku.
5.	Povést semináře, které žáci zhodnotí jako zajímavé, užitečné a praktické do jejich života.
6.	Inspirovat žáky k prevenci před onemocněním centrální nervové soustavy.
7.	Účastí na seminářích podpořit žákovi znalosti z řádných hodin.
8.	Zjistit, zda se otázky prevence před onemocněními a vyšetření zmiňují v rámci výuk tělních soustav ve vyučovacích hodinách biologie.
9.	Využít demonstrační měření mozkové aktivity a aktivity kosterních svalů za účelem zvýšení názornosti a atraktivnosti probírané látky.
10.	Vyhodnotit posun žáků po absolvování seminářů v oblasti kognitivní.
11.	Získat zpětnou vazbu a zhodnotit míru splnění mnou vytyčených cílů.

Časová osa	Obsah	
září – listopad 2018	řádná výuka nervové a svalové soustavy	
26. 02. 2019	vstupní test	
26. 02. 2019	výuka semináře (EEG)	sledovaná intervence
05. 03. 2019	výuka semináře (EMG)	
05. 03. 2019	výstupní test	
09. 04. 2019	retenční test	

Obrázek 7: Sousednost událostí výzkumného šetření

6. Didaktický rozbor semináře na téma Elektroencefalografie

Následující kapitoly nabízí přehled didaktické analýzy, sestavené dle RVP pro gymnázia, didaktický rozbor připravovaného materiálu a návod k jeho použití, dále také sebereflexi provedené výuky, a informace ohledně využitého demonstračního měření.

6. 1 Didaktická analýza semináře

Třída:	3. A + 7. P	Předmět:	seminář biologie
Časová dotace:	90 minut		
Zařazení do výuky dle RVP:			
Vzdělávací oblast:	Člověk a příroda		
Vzdělávací obor:	Biologie		
Tematický celek:	Biologie člověka		
Učivo:	Soustavy regulační (nervová)		
Průřezová témata:	Osobnostní a sociální výchova - péče o duševní zdraví, dovednost provést potřebnou první pomoc, efektivní komunikace a spolupráce během semináře		
Mezipředmětové vztahy:	chemie (mastné kyseliny, tryptofan), fyzika (frekvence, amplituda)		
Klíčové kompetence:			
• k řešení problému			
> žák vyhledává informace nutné k doplnění textu v pracovních listech			
> využívá již získané poznatky ke správnému vyřešení úkolů			
> rozpoznává a pojmenovává onemocnění dle uvedených příznaků			
> aplikuje získané poznatky k rozpoznání jednotlivých typů EEG záznamu			
> přemýšlí nad otázkami a definuje odpovědi			
• k učení			
> žák propojuje již získané vědomosti s nově exponovanými			
• občanské			
> žák poskytne účinnou první pomoc epileptikovi			
> žák se seznamuje s lékařským vyšetřením elektroencefalografie			
> poznává průběh vyšetření a ví, jak se na vyšetření připravit			
> považuje zdravý životní styl jako cestu ke spokojenému životu			

- **sociální a personální**

> žák efektivně pracuje ve skupině, přispívá k diskuzi ve třídě

Další podrobná specifika didaktické analýzy plánovaného semináře zahrnují následující kapitoly v rámci jednotlivých fází výuky.

6. 2 Metodika vlastního výukového materiálu

Seminář je rozdělen na několik částí, které vycházejí z osnovy pracovních listů, se kterými se během semináře pracuje (příloha 1 a 6). Pracovní listy obsahují celkem tři strany, přičemž každá z nich tematicky pokrývá jednu ze tří částí plánovaného semináře:



Obrázek 8: Myšlenková mapa - fáze semináře

Tabulka 2: Časový rozvrh aktivit jednotlivých fází semináře

	ČAS	TYP AKTIVITY
PROLOG, MOTIVACE	5 min.	Dedukce náplně hodiny dle obrázků, následné představení programu semináře (prezentace: slidy 1-3)
OPAKOVACÍ FÁZE	20 min.	Popis jednotlivých částí neuronu
		Vyplnění textu
		Seřazení dějů přenosu vzruchu dle chronologického pořadí
VÝCHOVNÁ FÁZE	20 min.	Konfrontace s jednotlivými typy mozkových nutrientů
		Identifikace onemocnění CNS na základě charakteristiky
DEMONSTRAČNÍ MĚŘENÍ Č. 1	5 min.	Měření mozkové aktivity provádí vyučující a demonstruje na sobě měnící se mozkovou aktivitu během změny činností – počítá, poté zavře oči a relaxuje
EXPOZIČNÍ FÁZE	35 min.	Seznamování se se základní problematikou metody EEG
		Doplňování tabulky s fyzikálním podtextem
		Pochopení principu 10-20, elektrody a měření aktivity
		Fixace exponovaného učiva – EEG záznamy
DEMONSTRAČNÍ MĚŘENÍ Č. 2	5 min.	Měření mozkové aktivity provádí vybraný žák stejným způsobem jako u měření č. 1

6. 2. 1 Pracovní list č. 1

Analýza učiva opakovací fáze

Pomůcky: pracovní listy, prezentace (příloha 3), video
Cíle kognitivní: <ul style="list-style-type: none">• <i>žák pojmenuje</i> jednotlivé části neuronu• <i>vysvětlí</i> princip vzniku akčního potenciálu• <i>porovná</i> klidový a akční potenciál z hlediska zastoupení iontů a velikosti napětí• <i>popíše</i> způsob přenosu nervové informace• <i>označí</i> struktury, které se tohoto přenosu účastní• <i>seřadí</i> jednotlivé děje probíhající během přenosu nervového vzruchu
Pojmy: neuron, dendrit, soma, jádro, axon, Ranvierovy zářezy, Schwannovy buňky, Myelinová pochva, synapse, presynaptická část, postsynaptická část, akční potenciál, klidový potenciál, mediátor (neurotransmitter), depolarizace, repolarizace, saltatorní šíření, unipolární, bipolární, pseudounipolární neuron
Výukové metody: <ul style="list-style-type: none">• verbální: výklad, vysvětlování, práce s pracovními listy, rozhovor• názorně demonstrační: projekce statická – prezentace, projekce dynamická – video• aktivizující: heuristické, diskusní
Formy výuky: frontální, samostatná práce žáků
Příprava zpracována dle: [4], [33], [17]

Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ NEURONU

Provedení: samostatná práce žáků, při níž každý reflektuje kvalitu již získaných poznatků. Kontrola provedena hromadně spolu s prezentací, která nabízí správná řešení (vhodné je využít možnosti animací v prezentaci, které umožňují postupné promítání jednotlivých částí).

Tip: Doplnující otázky podporující heuristickou metodu výuky:

Z jakého důvodu jsou přítomny Ranvierovy zářezy? Znáš jiný typ synapse nežli chemický? Čím se liší od synapse chemické? Je více či méně výhodná pro přenos signálu? A proč? Kde se v těle vyskytuje?

Orientace v prezentaci: slid č. 4 (pozn.: slid nabízí také rozšíření učiva o typy neuronů z hlediska morfologického, osobně jsem nakonec nevyužila)

B. VYPLNĚNÍ TEXTU

Provedení: frontální výuka, podpořená prezentací a videem, které poskytuje názornou animaci vzniku a šíření akčního potenciálu s doprovodem komentáře vyučující, který je kontinuální s textem v listu (zvuk videa vypnut), doporučuji také změnit v nastavení rychlost promítání na hodnotu 1,5. Po promítnutí následuje hromadná fixace a diagnostika vyplněného – žáci definují své odpovědi.

Tip: *Možností je také promítnout video i se zvukem, bez komentáře vyučujícího, ale tento postup vyžaduje žákovu pokročilost v anglickém jazyce a také v samotné problematice, aby se během videa dobře orientoval a stíhal vše vyplnit. Na druhou stranu nabízí využití AJ ve výuce biologie, a tedy i mezipředmětových vztahů.*

Zdroj videa:  YouTube: Action potenciál in the brain

Orientace v prezentaci: bez využití

C. SEŘAZENÍ DĚJŮ PŘENOSU VZRUCHU DLE CHRONOLOGICKÉHO POŘADÍ

Provedení: frontální výuka dle modelu předchozího úkolu – úloha podpořená výše uvedeným videem spolu s komentářem vyučujícího, v němž žák nalezne správné řešení.

Tip: *Výsledkem správného seřazení jednotlivých dějů je slovo „BRAHMI“, které je motivací k následujícímu tématu -> Mozkové nutrienty.*

Orientace v prezentaci: slide č. 5 a 6.

6. 2. 2 Pracovní list č. 2

Analýza učiva výchovné fáze

Pomůcky: prezentace, test, pracovní listy, čaj BRAHMI, balení omega 3 mastných kyselin
Cíle kognitivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>vyjmenuje</i> vybrané zástupce mozkových nutrientů• <i>popíše</i> jejich funkci a význam pro centrální nervovou soustavu• <i>identifikuje</i> dle příznaků jednotlivá onemocnění mozku• <i>charakterizuje</i> příčiny vzniku těchto onemocnění
Cíle afektivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>přemýšlí</i> o svém životního stylu• výběr vhodných potravin <i>chápe</i> jako možnou prevenci před psychickými obtížemi, problémy s pamětí, se schopností koncentrace, atp.• <i>rozpoznává</i> faktory, které ovlivňují duševní energii• <i>seznamuje se</i> s možnostmi péče o své duševní zdraví• nezdravou životosprávu <i>považuje</i> za důležitý faktor pro vznik vybraných mozkových onemocnění• <i>zhodnotí</i> svůj životní styl z hlediska péče o své duševní a kognitivní zdraví• <i>umí</i> provést první pomoc člověku zasaženým epileptickým záchvatem
Pojmy: <p>mozkové nutrienty (tzv. chytré drogy), brahmi, gotu kola, omega 3, tryptofan, serotonin, B – komplex, lecitin, ženšen, ginkgo biloba, acetyl-L-karnitin, epilepsie, cévní mozková příhoda, encefalitida, panická porucha, mozkový tumor</p>
Výukové metody: <ul style="list-style-type: none">• verbální: výklad, vysvětlování, práce s pracovními listy, rozhovor• názorně demonstrační: projekce statická – prezentace, pozorování předmětů• aktivizující: diskusní
Formy výuky: frontální, skupinová výuka (práce ve dvojicích)
Příprava zpracována dle: [34], [35], [22], [37], [21]

Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. KONFRONTACE S JEDNOTLIVÝMI TYPY MOZKOVÝCH NUTRIENTŮ

Provedení: frontální výuka podpořená prezentací, ve které žáci naleznou informace, které zapisují do listu. Po expozici tohoto tématu je vhodná fixace a diagnostika, jaké informace si žáci zapsali, zda všichni stihli, atp. Zároveň vyučující posílá žákům vybrané ukázky nootropik. Žáci si mohou následně ověřit složení obsahu těchto přípravků z informací na obalu.

Tip: *Vyučující může využít test (viz dále), který hodnotí hladinu serotoninu u jedince (práce na doma či aktivizace během výuky, lze využít také v rámci motivace na úvod hodiny s tématem nervová soustava či v chemii - tryptofan)*

Doplňující otázky podporující diskuzi ve výuce:

Máš zkušenost s některým typem mozkových nutrientů?

Znáš některé další příklady nootropik?

Jaké produkty dodávají organismu energii, ale negativně působí na zdraví?

Orientace v prezentaci: slide č. 7 - 16.

B. IDENTIFIKACE ONEMOCNĚNÍ CNS NA ZÁKLADĚ CHARAKTERISTIKY

Provedení: žáci pracují ve dvojicích, přičemž společně hledají správné odpovědi na základě již získaných poznatků. Po společné práci následuje hromadná kontrola, kdy vybrané dvojice definují své odpovědi. Společně poté třída nalézá a popisuje příčiny (za podpory prezentace).

Tip: Doplňující otázky podporující diskuzi ve výuce:

Které další psychické poruchy znáš?

Jak probíhá vyšetření lumbální punkce?

Která vyšetření jí lze diagnostikovat?

Lékař jakého oboru vyšetření provádí?

Orientace v prezentaci: slide č. 17 - 22.

6. 2. 3 Pracovní list č. 3


Analýza učiva expoziční fáze

<p>Pomůcky: prezentace, pracovní listy, odborná publikace, obrazová příloha s procvičováním (příloha 4 a 13), video, MindWave Mobile 2 EEG headsets (NeuroSky) a notebook – technické vybavení pro provedení měření</p>
<p>Cíle kognitivní:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>žák vysvětlí</i> princip vyšetření EEG• <i>popíše</i> průběh a vlastnosti tohoto vyšetření• <i>vyjmenuje</i> pomůcky, které lékař k vyšetření užívá• <i>identifikuje</i> elektrody, které se využívají a rozumí principu jejich umístění• <i>objasní</i> princip označení využívaných elektrod• <i>popíše</i> charakteristiky jednotlivých typů grafoelementů v záznamu• <i>vysvětlí</i> souvislost typů EEG vln v záznamu s různými typy mozkové aktivity• <i>aplikuje</i> získané informace při popisu vybraných EEG záznamů• <i>rozpozná</i> typy vln vybraných EEG záznamů a <i>porovnává</i> je mezi sebou
<p>Cíle afektivní:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>žák chápe</i> metodu EEG jako neinvazivní vyšetření• <i>rozumí</i> jako pacient jeho průběhu a instrukcím, kterých by měl před vyšetřením dbát
<p>Pojmy:</p> <p>EEG vlna, elektrody F, C, T, P, O, A, bipolární a unipolární zapojení elektrod, aktivační metody, alfa vlna, beta vlna, theta vlna, delta vlna, stroboskop, elektroencefalogram</p>
<p>Výukové metody:</p> <ul style="list-style-type: none">• verbální: výklad, vysvětlování, práce s pracovními listy, práce s přílohou k procvičení, práce s odbornou publikací, dialog• názorně demonstrační: projekce statická – prezentace, dynamická – video, pozorování jevů• dovednostně praktické: experimentování• aktivizující: diskusní a heuristické
<p>Formy výuky: frontální výuka, samostatná práce žáků</p>
<p>Příprava zpracována dle: [15], [17], [18], [19], [20], 21]</p>

Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. SEZNAMOVÁNÍ SE S ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKOU METODY EEG

Provedení: nové informace jsou vykládány za podpory prezentace, která zejména svými obrázky doplňuje názornost výkladu, žák vyplňuje neúplný text se základními informacemi o vyšetření. Doporučuji pustit video, které simuluje činnost stroboskopu, který se využívá během aktivizujících metod (dobré je předtím však žáky varovat, kdo trpí epilepsií, či ví o některých zdravotních obtížích, ať ukázkou nepozoruje – přičemž toto „varování“ je jistým aktivizujícím a motivačním prvkem pro ostatní). Video je pro bezpečnost dobré pustit jen názorně na pár sekund. List také nabízí otázky podporující heuristické a diskusní metody ve výuce.

Zdroj videa:  *YouTube*: Stroboskop Blitzer 15hz

Orientace v prezentaci: slide č. 23 - 29.

B. DOPLŇOVÁNÍ TABULKY S FYZIKÁLNÍM PODTEXTEM

Provedení: společné doplňování tabulky (podpořené prezentací), během kterého žáci vyvozují jednotlivé typy vln za pomoci indukce (vyvozují je na základě již pozorovaného záznamu, který mohli vidět během demonstračního měření, které proběhlo před započítím vyplňování tohoto posledního pracovního listu), a tak krok po kroku sestavují obecnou charakteristiku.

Orientace v prezentaci: slide č. 31-33

C. POCHOPENÍ PRINCIPU SYSTÉMU 10-20, ELEKTRODY A MĚŘENÍ AKTIVITY

Provedení: v této úloze žáci popisují jednotlivé mozkové laloky, dle kterých jsou pojmenovány elektrody umístěné na povrchu hlavy. Prezentace nabízí animace, které umožní žákovi zopakovat topografii jednotlivých laloků, popř. v rámci dovysvětlení znázornit jejich umístění.

Tip: vhodné je exponovat tyto informace ihned po kroku A. vzhledem k tomu, že se již v této části žák seznamuje s typy zapojení elektrod, a tak tato problematika předešlé doplňuje).

Orientace v prezentaci: slide č. 29, 30

D. FIXACE EXPONOVANÉHO UČIVA

Provedení: součástí tohoto pracovního listu je také obrazová příloha s procvičením, v rámci kterého žáci aplikují a zafixují již získané poznatky. V rámci samostatné práce žáci identifikují jednotlivé typy vln. Hromadně je pak diagnostikováno.

Tip: během samostatné práce je možné poslat po třídě odbornou publikaci s vyznačenými stránkami, které nabízejí další typy EEG záznamů se zajímavými grafoelementy (využila jsem publikaci *Základy obecné neurologie*, G. Waberžinek, D. Krajáčková a kol.)

Orientace v prezentaci: slide č. 34 – 38

Doplňkový materiál

Test: jaká je vaše hladina serotoninu?			
1. Trpíte nespavostí?	ANO – NE	7. Přemýšlíte někdy o sebevraždě?	ANO – NE
2. Probouzíte se každé ráno velmi brzy?	ANO – NE	8. Jste často úzkostlivý či snadno popudlivý?	ANO – NE
3. Je pro vás náročné odpočívat?	ANO – NE	9. Jste pod velkým stresem?	ANO – NE
4. Probouzíte se alespoň 2x v průběhu noci?	ANO – NE	10. Opadl váš zájem o sex?	ANO – NE
5. Máte problémy znovu usnout, když už jste se jednou probudili?	ANO – NE	11. Máte při špatné náladě chuť na cukr?	ANO – NE
6. Jste často smutní nebo v depresi?	ANO – NE	12. Pijete téměř denně alkohol?	ANO – NE
		Každé ANO = 1 bod -> Celkový počet bodů: _____	
VÝSLEDKY: 0-2 body: Gratuluji! Nedostatkem serotoninu zřejmě netrpíte.			
3-4 body: Vyskytuje se u vás dostatek symptomů na to, abyste zvážili, zda netrpíte nedostatkem serotoninu. Pomoci můžou doplňky stravy.			
5-7 body: Je velice pravděpodobné, že máte nízkou hladinu serotoninu, měli byste se zaměřit na stav svého duševního zdraví a pomoci mu vybranou stravou či potravinovými doplňky.			
Více než 8 bodů: S takovým počtem symptomů je téměř jisté, že vaše hladina serotoninu je opravdu velice nízká. Je to alarmující výsledek, kterým byste se měli ihned zabývat (zaměřit se zejména na dostatečný příjem tryptofanu!).			

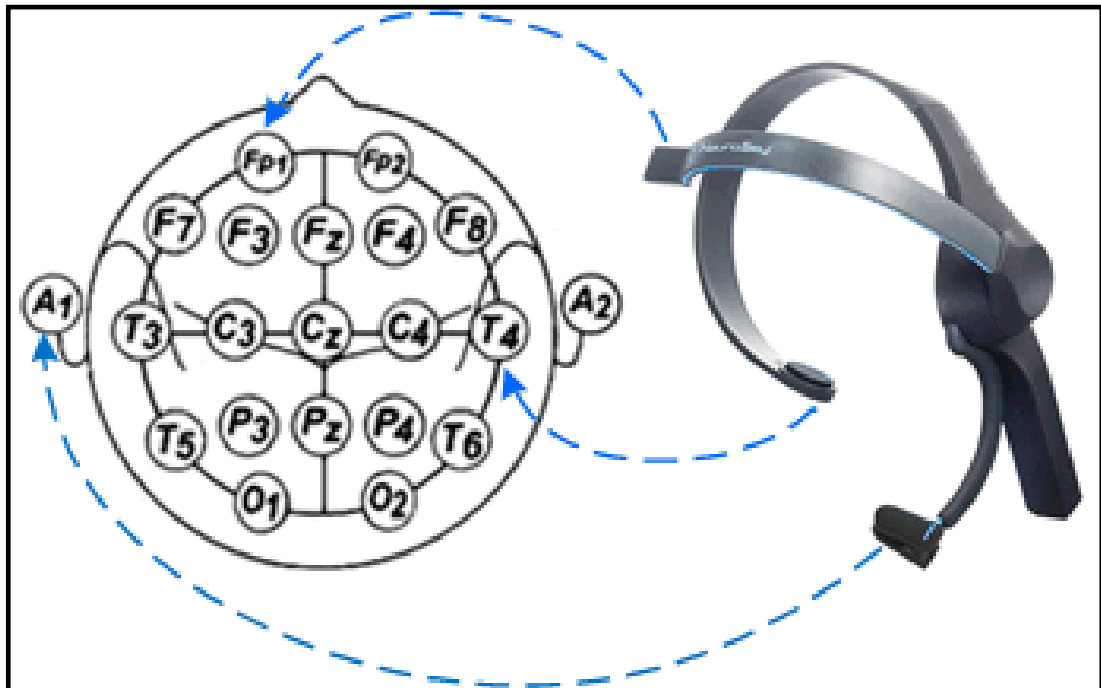
Obrázek 9: Test: jaká je vaše hladina serotoninu? [35]

6.3 Demonstrační měření mozkové aktivity

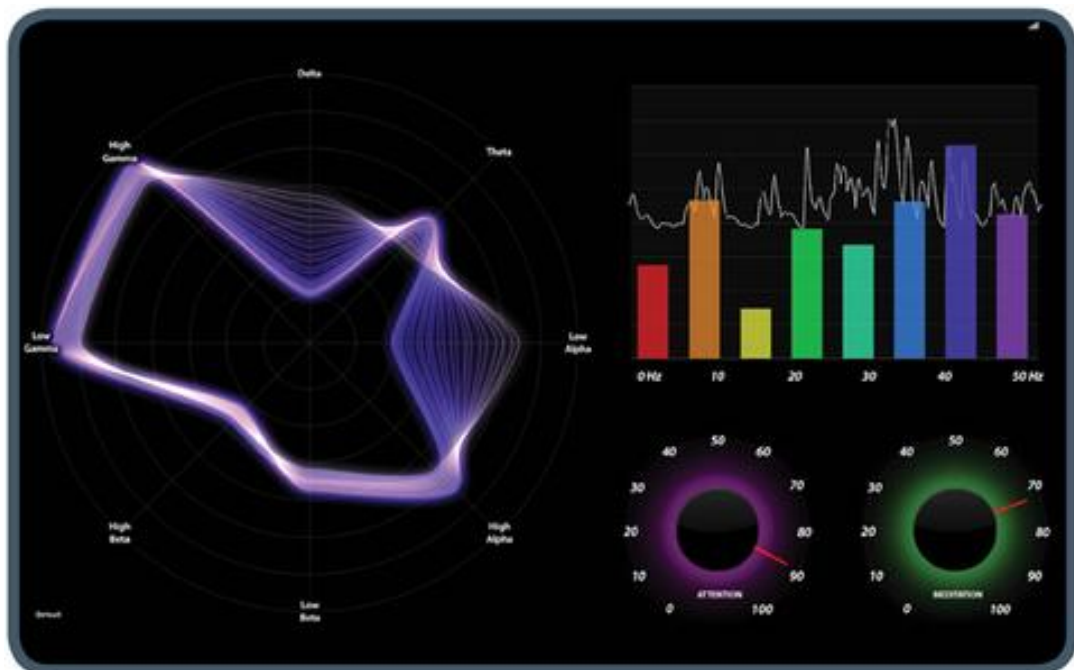
K měření mozkové aktivity byla využita MindWave Mobile 2 EEG souprava, pomocí které lze zaznamenávat mozkové vlny i bez složitého elektroencefalogramu a množství elektrod, které využívá lékař při vyšetření. Získaný záznam je tak ale jednodušší, v podobě jedné mozkové vlny, jejíž jednotlivá spektra přístroj identifikuje (alfa, beta vlny, atd.), a která je získána pomocí elektrody, která je umístěna na rameni snímače v oblasti frontopolární (Fp₁), a zemnicí a referenční elektrody, které jsou umístěné na ušním klipu, jak lze vidět na obrázku 10. Tyto a mnohé další informace o zařízení a jeho využití lze získat na [36] a také ve článku *Electroencephalography as a motivational factor in laboratory exercises in biophysics* (příloha 19), který je v recenzním řízení impaktovaného časopisu *American Biology Teacher*, a kterému jsem panu doktoru Šlégrovi spoluautorem.

Měření bylo provedeno za asistence pana doktora Šlégra, který byl technickou podporou semináře, a zajistil potřebné vybavení nutné pro měření. Proběhlo celkem 2× – před započítím výkladu principu EEG a po jeho ukončení na závěr semináře. Před výkladem bylo měření provedeno z důvodu plánované indukce, v rámci které žáci z pozorovaného následně vyvozovaly během výuky měnící se tvar vlny a jejich charakteristiku. Pan doktor měřil svoji vlastní mozkovou aktivitu, přičemž k tomu byl za mé asistence poskytnut výklad pozorovaného. Střídáním aktivit (počítání příkladu a relaxace) tak žáci sledovali na monitoru notebooku měnící se tvary EEG vlny. Bohužel výuka probíhala netradičně v biologické laboratoři (místo v seminární učebně), ve které nebylo možné připojit notebook na dataprojektor, a tak žáci sledovali aktivitu mozku na notebooku (pro nižší počet zúčastněných to nebyla velká překážka). Měření trvalo přibližně 5 minut a bylo následováno výkladem této problematiky a vysvětlením pozorovaných jevů.

Měření č. 2 probíhalo obdobně, s tím rozdílem, že mozková aktivita byla měřena na žákovi, který měl dobrovolný zájem. Žáci si tímto demonstračním experimentem ověřili získané teoretické poznatky o mozkové aktivitě a jejich projevech na záznamu EEG. Zároveň jsme tímto ověřili funkčnost zařízení a možnost demonstrace mozkové aktivity ve školních podmínkách.



Obrázek 10: Pozice elektrod systému 10-20 v příslušenství Mindwave mobile headset [36]



Obrázek 11: Ilustrativní záznamu měření EEG pomocí Mindwave mobile headset [36]

6. 4 Sebereflexe

V semináři jsem pracovala s výše pospanými didaktickými pomůckami, které mi průběh semináře značně zjednodušily. Velmi dobře se mi pracovalo s pracovními listy, které mi umožnily snazší přechod mezi jednotlivými tématy, kterých bylo v semináři hned několik. Žáci se během práce s nimi neztráceli a nebyli zmateni. Výtku mám k první straně pracovního listu, která měla zcela mobilizační charakter, a trvalo podstatně delší dobu její projití, a posunutí se z fáze opakování k expozici nových poznatků (přestože žáci projevili již získané znalosti). Výborná volba byla využít video při výkladu šíření AP, žáky velmi zaujalo a líbilo se jim. Já jsem pomocí něj dobře vysvětlila vše, co bylo nutné říci k vyplnění textu v pracovním listu. Plánuji video využít nadále i v tradiční výuce nervové soustavy.

Pro příští průběh bych doporučila využít jen některé ze tří částí této strany, aby nedošlo k časovému presu, kterému jsem posléze byla vystavena. Práce s druhou stranou pracovních listů byla již poznamenaná zdržením se s úvodní fází, a tak jsem se dostatečně nestihla zabývat onemocněními CNS v takovém rozsahu, jaký jsem plánovala, což byla velká škoda. Témata jako jsou psychická onemocnění nebo rakovina jsou zajímavá, a je velmi důležité je připomenout a uvést v patrnost.

Měření mozkové aktivity proběhlo, vzhledem k podmínkám, bez dataprojektoru. Pro příští průběh by jej bylo dobré využít pro větší názornost. Samotné měření č. 1 i 2 bylo pěkné, vlny se dle změn provádění myšlenkových operací na monitoru měnily, což podpořilo vykládanou teorii. Žáci byli očividně zaujetí a celý průběh sledovali. Vzápětí se probírala samotná problematika EEG, během níž žáci dávali najevo své pochopení, bez problémů vyplňovali poslední pracovní list. Vhodné bylo také na závěr procvičit probrané učivo pomocí obrazové přílohy, žáci soustředěně pracovali, a ke správné diagnostice vln použili vyplněný pracovní list.

Prezentace se mi osvědčila jako skvělý pomocník, využila bych jí znovu. Vzhledem k úspoře času výše zmíněné jsem stihla z poslední plánované fáze semináře vše, včetně druhého doplňujícího měření, které proběhlo bez problémů a se zřetelnou aktivní spoluprací žáků po již probrané látce. Toho se ochotně zúčastnil dobrovolný žák, který byl látkou zaujatý – nebylo pro mě překvapením, že se jedná o budoucího lékaře.

7. Didaktický rozbor semináře na téma Elektromyografie

Následující kapitoly nabízí přehled didaktické analýzy, sestavené dle RVP pro gymnázia, didaktický rozbor připravovaného materiálu a návod k jeho použití, dále také sebereflexi provedené výuky, a informace ohledně využitého demonstračního měření.

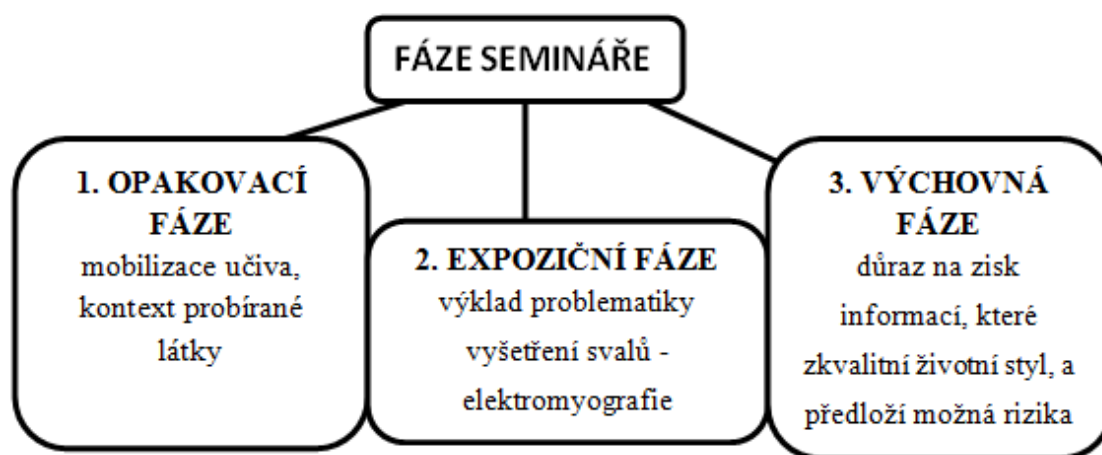
7.1 Didaktická analýza semináře

Ročník:	3.
Třída:	3. A + 7. P
Předmět:	seminář biologie
Časová dotace:	90 minut
Zařazení do výuky dle RVP:	
Vzdělávací oblast:	Člověk a příroda
Vzdělávací obor:	Biologie
Tematický celek:	Biologie člověka
Učivo:	Pohybová soustava
Průřezová témata:	Osobnostní a sociální výchova – principy zdravého stravování, sport a péče o svalová vlákna, efektivní komunikace a spolupráce během semináře
Mezipředmětové vztahy:	chemie (bílkoviny, sacharidy, steroidy), fyzika (amplituda)
Klíčové kompetence:	
• k řešení problému	
> žák hodnotí pravdivost výroků ve cvičení	
> využívá již získané poznatky ke správnému vyřešení úkolů	
> vyhledává informace nutné k doplnění textu v pracovním listu	
> přemýšlí nad otázkami a definuje odpovědi	
• k učení:	
> žák propojuje již získané vědomosti s nově exponovanými	
• občanské:	
> žák se seznamuje s lékařským vyšetřením Elektroencefalografie	
> poznává průběh vyšetření a ví, jak se na vyšetření připravit	
> považuje zdravý životní styl jako cestu k dobrému zdraví	
• sociální a personální	
> svoji aktivitou a vlastními postřehy podporuje příjemnou atmosféru semináře	

Další podrobná specifika didaktické analýzy plánovaného semináře zahrnují následující kapitoly v rámci jednotlivých fází semináře.

7. 2 Metodika vlastního výukového materiálu

Seminář je rozdělen na několik částí, které vycházejí z osnovy pracovních listů (příloha 7 a 12), se kterými se během semináře pracuje. Pracovní listy obsahují celkem tři strany, přičemž každá z nich tematicky pokrývá jednu ze tří částí plánované výuky:



Obrázek 12: Myšlenková mapa – fáze semináře

Tabulka 3: Časový rozvrh aktivit jednotlivých fází semináře

	ČAS	TYP AKTIVITY
PROLOG	3 min.	Úvod do hodiny, nastínění programu, připomenutí minulého semináře, pokračování v lékařských metodách
OPAKOVACÍ FÁZE	15 min.	Kritické myšlení – svalstvo a periferní nervová soustava
		Využití jednotlivých typů svalových vláken ve sportu
EXPOZIČNÍ FÁZE	40 min.	Práce s myšlenkovou mapou za poznáním metody EMG
		Vybraná svalová onemocnění
DEMONSTRAČNÍ MĚŘENÍ	5-10 min.	Měření svalové aktivity provádí vyučující a demonstruje na sobě měnící se svalovou aktivitu během relaxace a kontrakce svalu horní končetiny
VÝCHOVNÁ FÁZE	30 min.	Efektivita stravování v souvislosti se sportovní aktivitou
		Vzájemný vztah mezi hormonální a svalovou soustavou
		Účinky anabolických steroidů

7. 2. 1 Pracovní list č. 1

Analýza učiva opakovací fáze

Pomůcky: pracovní listy, test, prezentace (příloha 9)
Cíle kognitivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>porovná</i> centrální a periferní nervovou soustavu, <i>popíše</i> rozdíly mezi nimi• <i>rozliší</i> nervy motorické a senzitivní• <i>uvede</i> jejich funkci• <i>definuje</i> rozdíly mezi hladkou, kosterní a srdeční svalovinou• <i>charakterizuje</i> výskyt jednotlivých typů svaloviny v lidském těle• <i>rozezná</i> typy svalových vláken• <i>porovná</i> je mezi sebou vzhledem k jejich charakteristice• <i>určí</i> typy sportů dle procenta vyžití typů svalových vláken
Cíle afektivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>chápe</i> pozitivní vliv kondičního cvičení na funkci svalových vláken• <i>určí</i> vzhledem k osobním sportovním preferencím převažující typ svalových vláken ve svých svalech
Klíčové pojmy: <p>periferní nervová soustava, nervy motorické, nervy senzitivní, kosterní svalstvo, červená a bílá svalová vlákna, myoglobin</p>
Výukové metody: <ul style="list-style-type: none">• verbální: vysvětlování, práce s pracovními listy, dialog• aktivizující: diskusní
Formy výuky: <p>frontální, samostatná práce žáků</p>
Příprava zpracována dle: [33], [38], [22]

Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. KRITICKÉ MYŠLENÍ – SVALSTVO A PERIFERNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA

Provedení: v rámci samostatné práce žáci posuzují pravdivost uvedených výroků. Jedná se o mobilizaci učiva svalové a periferní nervové soustavy, žák si zopakuje součásti periferní nervové soustavy, odliší ji od nervové soustavy centrální, dále si připomene základní charakteristiku mozkomíšních nervů, a definuje rozdíly mezi jednotlivými typy svalovin. Periferní nervová soustava a kosterní svalstvo jsou stěžejní témata pro pochopení posléze probírané problematiky EMG vyšetření, a tak je záhodno, aby měl žák ještě před jejím započítím správný kontext a orientoval se v základních pojmech. Po vypracování následuje hromadná kontrola a definování odpovědí. Nutné je zdůvodnit výběr své odpovědi a okomentovat její!

Orientace v prezentaci: slid č. 2

B. VYUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ SVALOVÝCH VLÁKEN VE SPORTU

Provedení: jedná se o opakování problematiky probírané v rámci svalové soustavy, lze provést frontálně nebo nechat jako samostatnou práci žákům, a poté společně projít (pokud bylo probráno). Úloha se zabývá rozdíly mezi jednotlivými typy kosterních svalových vláken a jejich charakteristikou. Fakt předpokladu úspěchu v jednotlivých sportovních disciplínách dle podílů typů svalových vláken bude pro žáky pravděpodobně nový. Úloha zároveň nabádá k pravidelnému kondičnímu cvičení, které umožňuje efektivní využití svalových vláken.

Doplňující otázky podporující diskuzi ve výuce:

Ve kterém sportu vynikáš? Kterému sportu se věnuješ? Která disciplína ti dává nejvíc zabrat? Dle zkušeností jaký typ svalových vláken efektivněji využíváš?

Tip: *Vyučující může využít test, který hodnotí fyzickou zdatnost jedince - práce na doma či aktivizace během výuky, lze využít také v rámci motivace na úvod hodiny. Nutno ale počítat s přibližnou dobou 10 minut trvání, a vzhledem k fyzické aktivitě ve výuce k vyšší aktivizaci žáků.*

(Doporučení: vzhledem k časovému rozložení dalších fází semináře je dobré k mobilizaci učiva využít pouze jednu úlohu z těchto dvou, osobně jsem využila pouze část A.)

7. 2. 2 Pracovní list č. 2


Analýza učiva expoziční fáze

Pomůcky: pracovní listy, EKG/EMG zesilovač, notebook, videa, prezentace, obrazová příloha – onemocnění (příloha 10 a 13)
Cíle kognitivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>popíše</i> princip EMG vyšetření• <i>rozliší</i> dva typy vyšetření (kondukční studie x jehlová EMG) a <i>porovná</i> je mezi sebou• <i>vyjmenuje</i> pomůcky, které lékař k vyšetření používá a <i>přiřadí</i> je k typu vyšetření• <i>vysvětlí</i> důvody kontraindikace obou typů vyšetření• <i>uvede</i> základní charakteristiku EMG záznamu obou typů vyšetření• <i>definuje</i> příčiny a projevy vybraných typů onemocnění
Cíle afektivní: <ul style="list-style-type: none">• žák <i>chápe</i> dostatečný zdroj hořčíku v potravě jako prevenci před tetanií a na základě toho <i>vybírá</i> vhodné potraviny• <i>hodnotí</i> plastické úpravy pomocí botulotoxinu (botoxu) pro tělo nepřírozené vzhledem k povaze injikované látky
Klíčové pojmy elektromyografie, kondukční studie, jehlová elektromyografie, kožní a jehlové elektrody, stimulační elektroda
Výukové metody <ul style="list-style-type: none">• verbální: vysvětlování, výklad, práce s pracovními listy, práce s přílohou• aktivizující: heuristické, diskusní• názorně demonstrační: projekce statická – prezentace, dynamická – video, pozorování jevů• dovednostně praktické: experimentování• aktivizující: diskusní a heuristické
Formy výuky: frontální, samostatná práce žáků
Příprava zpracována dle: [14], [28], [26], [39]


Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. PRÁCE S MYŠLENKOVOU MAPOU ZA POZNÁNÍM METODY EMG

Provedení: na počátek je využita projekce videa, které je pro žáky zdrojem prvních informací o vyšetření EMG. Ve videu žáci mohou nalézt informace, které posléze budou doplňovat do pracovního listu, proto je vhodné tohoto faktu využít, a aktivizovat žáky před samotným sledováním videa výzvou k nalezení odpovědi na následující otázky (popř. přímo zapsáním do pracovního listu): *Jaké typy vyšetření obnáší vyšetření EMG? Které typy elektrod se využívají? Jaký faktor může být pro vyšetření kontraindikací? Která onemocnění lze vyšetřením EMG diagnostikovat?*

Zdroj videa:  YouTube: Elektromyografie (EMG)

Následuje frontální probírání základní charakteristiky vyšetření elektromyografie. Žáci se seznamují s novými informacemi, které získávají z výkladu a prezentace, která je pro ně podpůrným prvkem při doplňování pracovního listu. Myšlenková mapa znázorňuje dělení metody EMG na vyšetření, která se v rámci této metody využívají, a také znázorňuje využití rozdílných pomůcek během nich. Měla by dopomoci žákovi pochopit základní rozdíly mezi těmito typy vyšetření a lépe se v nich zorientovat. Ve spodní části listu žáci popisují jednotlivé parametry EMG křivky kondukčních studií. Výklad je podpořen ukázkami jednotlivých typů EMG záznamu doprovázené zvukovým doprovodem, který je pro lékaře jedním z ukazatelů stavu kosterního svalstva.


Zdroj videa:  YouTube: a. Kimura & Kohara: F12 Myotonic discharge recorded in clinically unaffected muscle

b. Normal EMG biceps

Orientace v prezentaci: slid č. 3 - 17

B. VYBRANÁ SVALOVÁ ONEMOCNĚNÍ

Provedení: Součástí této fáze výuky je práce s přílohou (viz níže), kterou vyučující žákům rozdává. Jedná se o doplnění tematického celku vyšetření o příklady vybraných onemocnění. Příloha nabízí ukázky EMG záznamů a také otázky, které pomáhají nasycit povahu heuristické výuky a využití diskusní metody. Opět za doprovodu prezentace a projekce dynamické.

Zdroj videa:  YouTube: a. Tetania hypocalcemia b. Complex Repetitive Discharge
c. Kimura & Kohara: F17 Fibrillation potentials and positive sharp waves

Orientace v prezentaci: slid č. 18 – 23

7. 2. 3 Pracovní list č. 3

Analýza učiva výchovné fáze

Pomůcky: pracovní listy, video, prezentace

Cíle kognitivní:

- žák *charakterizuje* funkci bílkovin v lidském organismu
- *rozliší* bílkoviny živočišné a rostlinné, a *vyjmenuje* jejich zdroje
- *vysvětlí* vliv hormonální soustavy na soustavu pohybovou
- *vyjmenuje* zástupce katabolických a anabolických hormonů
- *popíše* pozitivní a negativní účinky anabolických steroidů
- *zná* chemickou strukturu anabolických steroidů

Cíle afektivní:

- žák *si vybere* potraviny s ohledem na výživovou hodnotu bílkovin
- *zhodnotí* své stravovací návyky
- *uvědomuje si* rizika spojená s nerozumným stravováním za účelem redukce váhy
- kvalitní odpočinek a regeneraci *považuje* za důležitou součást kondičního výcviku
- *zvažuje* efektivitu užívání anabolických steroidů vzhledem k zdravotním dopadům

Klíčové pojmy:

bílkoviny rostlinné a živočišné, sacharidy jednoduché a složené, chronický energetický deficit, katabolické hormony, anabolické hormony, testosteron, anabolické steroidy, gynekomastie

Výukové metody:

- verbální: vysvětlování, výklad, práce s pracovními listy, práce s přílohou
- aktivizující: heuristické, diskusní
- názorně demonstrační: projekce statická – prezentace, dynamická – video

Formy výuky: frontální

Příprava zpracována dle: [38], [42], [43]

Didaktický scénář jednotlivých úloh pracovního listu

A. EFEKTIVITA STRAVOVÁNÍ V SOUVISLOSTI SE SPORTOVNÍ AKTIVITOU

Provedení: v této části jsou žákům předkládány základní informace o důležitosti denního příjmu bílkovin. Cílem je poučit žáky, jak lze chránit svaly před svalovou horečkou a dalších komplikací, které vznikají v souvislosti s přetěžováním kosterního svalstva a jeho nedostatečnou regenerací. Tendencí této části je také přimět žáka k sebereflexi vlastního stravování. Využití animací prezentace je podporována žákova aktivita.

Tip: *Tato část, stejně jako všechny ostatní toho listu, vyžaduje pouhé doplňování, nabízí však větší prostor k diskuzi, vzhledem k tomu, že se jedná o témata, která mohou být žákům již známa z různých zdrojů napříč jejich životními zkušenostmi.*

Orientace v prezentaci: slid č. 24 - 27

B. VZÁJEMNÝ VZTAH MEZI HORMONÁLNÍ A SVALOVOU SOUSTAVOU

Provedení: v této úloze je předpokladem již probrání učiva hormonální soustavy a její znalost. Lze však tyto informace v úloze zařadit do semináře pouze pro zajímavost, zdůraznit stresový hormon kortizol, který působí při přehnaném cvičení, inzulín jako posílček sacharidů svalům, a stěžejní hormon testosteron, na který navazuje další část. Cílem této úlohy je znázornit žákovi souvislost jedné tělní soustavy s druhou, a tím tak poukázat na součinnost tělních systému a ovlivňování se jich navzájem.

Tip: *Vzhledem k časovým možnostem semináře vyučující nestihne adekvátně probrat všechny části tohoto pracovního listu – osobně jsem se tímto bodem B. dlouze nezdržovala, zdůraznila jsem pouze výše zmíněné)*

Orientace v prezentaci: slide č. 28

C. ÚČINKY ANABOLICKÝCH STEROIDŮ

Provedení: v poslední úloze pracovního listu se žáci seznamují s pozitivními, ale také negativními účinky nerozumného užívání anabolických steroidů. Rovněž v souvislosti s tím poznávají psychickou poruchu, která se může rozvinout v důsledku nerozumného uvažování o své postavě a o životním stylu – bigorexie. Výklad je doplněn o video, které je odstrašujícím případem všech tendencí užívání steroidů (stačí využít první minutu).

Zdroj videa:  *Youtube: Bodybuilders Inject Muscles With Oil | Real Life Hulks*

Orientace v prezentaci: slide č. 29 – 37

Doplňkový materiál

Ruffierova zkouška

POSTUP:

- 1) nejprve vsedě změřte na zápěstí počet tepů TF1 za 15 sekund
- 2) proveďte 30 dřepů v pravidelném tempu 1 dřep za sekundu
- 3) ihned po výkonu usedněte a změřte počet tepů TF2 za 15 sekund
- 4) v klidu sedíte a uklidňujte se po dobu 1 minuty
- 5) pak změřte počet tepů TF3 za 15 sekund

Hodnoty dosadíme do vzorce tzv. Ruffierova indexu (RI):

$$RI = [(TF1 + TF2 + TF3) \times 4 - 200] / 10$$

Výsledek značí počet bodů, kterých jsme dosáhli.

Index	Zdatnost
nižší než 0	výborná
0,1 - 5	velmi dobrá
5,1 - 10	průměrná
10,1 - 15	podprůměrná
vyšší než 15	nedostatečná

Obrázek 13: Ruffierova zkouška [41]

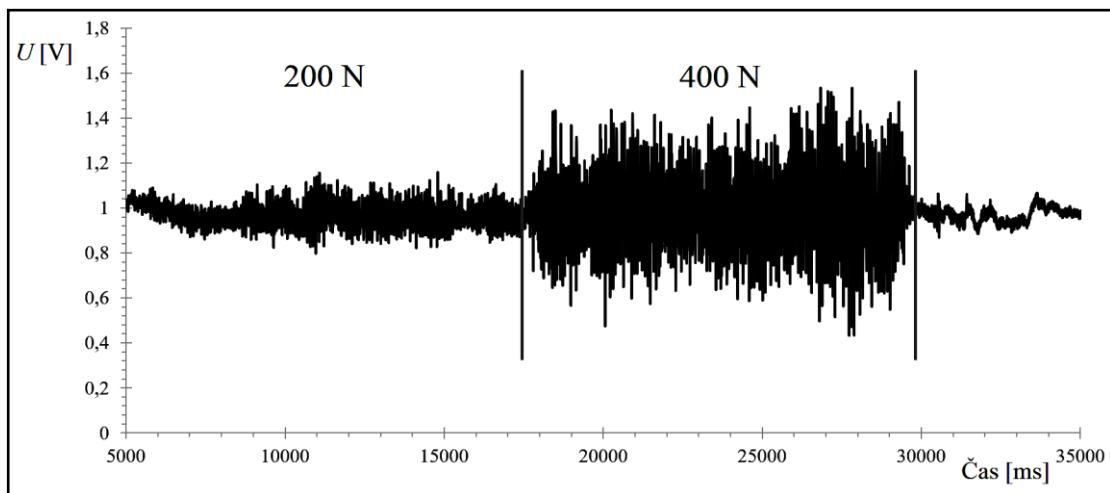
7.3 Demonstrační měření aktivity kosterních svalů

K měření elektrické aktivity svalů byly využity tři povrchové elektrody (dvě diferenciální + zemní) a EKG/EMG zesilovač, který zkonstruoval pan doktor Šlégra (detailní popis konstrukce, včetně námětů do výuky EKG, lze nalézt na [44]). Zařízení je určeno k měření elektrické aktivity srdce, tedy reaguje na elektrické změny, které vytváří převodní systém srdeční. Lze ho ale rovněž využít k zaznamenání elektrické aktivity svalů, která vzniká vlivem kontrakce kosterního svalstva. Elektrody snímají aktivitu z kosterních svalů a na základě toho poskytují zjednodušený záznam EMG.

Měření probíhalo, jako v semináři předchozím, za odborné asistence pana doktora Šlégra, který i v tomto případě zajistil potřebné technické vybavení. Bylo uskutečněno po probrání problematiky EMG, a tak si žáci mohli pomocí demonstračního měření ověřit získané poznatky. Záznam byl získán a promítán na notebooku, který žáci sledovali. Propojení dataprojektoru s počítačem jsme nevyužili. Pan doktor měřil opět svoji vlastní svalovou aktivitu za využití zmíněné techniky, přičemž k tomu byl poskytnut za mé asistence výklad a vysvětlení. Střídáním kontrakce a relaxace, které zaznamenávaly zmíněné elektrody umístěné na horní končetině, tak žáci sledovali na monitoru notebooku měnící se tvary EKG vln (které se objevovali bez kontrakce svalu) v AP vyvolané kontrakcí kosterní svaloviny. Výklad obsahoval kromě informací o EMG také vysvětlení tvořících se EKG křivek v souvislosti s převodním systémem srdečním. Vzhledem k tomu ale, že pro obšírnější výklad a zabývání se EKG problematikou, která je sama o sobě velice zajímavá, je třeba celého semináře (podrobný popis v [16]), nebyly podány žádné další podrobnější informace.

Pro seminář bylo klíčové demonstrovat žákům aktivitu kosterních svalů při stahu tak, jak to probíhá při vyšetření jehlovou EMG (EMG prováděné na lékařských pracovištích je však kvalitnější a přesnější vzhledem k využití jehly, a získání tak záznamu z konkrétního svalu). Žáci pozorovali vliv síly na svalovou aktivitu, přičemž při větší síle stisku (kontrakci) dochází k nábory většího množství motorických jednotek (nervosvalových plotének), což je hezky pozorovatelné na získaném elektromyogramu (obrázek 14). Žáci si tak ověřili již nabyté poznatky z problematiky fyziologie stahu kosterní svaloviny. Měření bylo provedeno pouze jednou, přičemž na něj dále navazovala další témata programu semináře.

Lze využít také senzor EKG od Verniera, který rovněž umožňuje demonstraci zmíněných biosignálů ve výuce přírodovědných předmětů, jehož využitím se lze inspirovat na [45].



Obrázek 14: Ukázka získaného grafického záznamu svalové aktivity

7. 4 Sebereflexe

Důsledkem časového presu, vzniklého v minulé výuce, jsem zredukovala plánované opakování a využila pouze první úlohu první strany pracovního listu ke zmobilizování již získaných znalostí. Díky tomu jsem během semináře perfektně stíhala a průběh byl velmi harmonický a pohodový. Ihned po opakování byla probírána problematika EMG, přičemž velmi dobře se osvědčily pracovní listy, připravená prezentace a videa (o která dokonce měli žáci zájem i během krátké přestávky). Během semináře nevyvstávaly žádné nejasnosti, a třída bez problémů vyplňovala pracovní list. V tomto semináři byla problematika lékařského vyšetření probírána s větší aktivizací žáků.

Více spokojená jsem byla také s pořadím, ve kterém v tomto semináři byla látka probírána a upřednostnila bych jej oproti průběhu semináře minulého (vyšetření, až poté doplňující výchovná témata). Součástí tématu vyšetření byla i onemocnění, jež obsahovala obrazová příloha, kterou žáci dostali. Navrhla jsem ji tak, aby podněcovala žáky k diskuzi, což se k mému velkému potěšení naplnilo (zejména v případě botulotoxinu).

Po výkladu EMG proběhlo demonstrační měření, které znázornilo a potvrdilo probranou teorii křivek AP na záznamu během vyšetření. Měření tentokrát nebylo prováděno na dobrovolném žákovi, a bylo provedeno pouze jednou. Což ale vůbec nesnížilo kvalitu a jeho úspěch, žáci se zdáli být zaujetí a měření doplňovali aktivní spoluprací. Přestože výuka nyní již probíhala v seminární učebně, nevyužili jsme připojení notebooku k dataprojektoru. Osobně jsem možná byla i radši, výuka tak nebyla ohrožena větším zdržením s případnou nefunkčností. Žáci záznam sledovali z lavic na notebooku během měření, které probíhalo před nimi.

V dalším průběhu semináře jsem se věnovala výchovným tématům, která neodmyslitelně patří k tématu kosterního svalstva. Výuka to byla velmi pohodová, třída spolupracovala více než v semináři prvním, a aktivně komunikovala (např. jeden žák z vlastní iniciativy popsal, co se může stát ženě při užívání anabolických steroidů). Bohužel jsem zapoměla zmínit možnosti regenerace svalů po zátěži, což jsem si uvědomila až po semináři. Seminář byl moc fajn a neměnila bych na jeho podobě vůbec nic.

8. Sledování úrovně znalostí v čase

8. 1 Metodika a cíl průzkumu

Vstupní test byl zadán žákům 3. A a 7. P v rámci biologického EEG semináře na začátku hodiny před započtím výuky ihned po motivaci a seznámení žáků s programem, a to 26. 02. 2019. Test vyplnilo celkem **15 žáků**, přičemž 11 žen a 4 muži ve věku 17 a 18 let (seminář navštěvuje celkem 20 žáků). Test obsahoval otázky, které se týkaly učiva, se kterým se žáci seznamovali během seminářů, ale rovněž otázky, na které mohli hledat odpovědi ve svých zkušenostech z praktického života, či z předmětů, které již absolvovali. Žáci byli před vyplňováním testu obeznámeni s pravidly, která jsem nastavila: doba vyplňování přibližně 5 minut (vzhledem k povaze otázek a z ní vyplývající stručnosti odpovědí), test neznámkový, anonymní, bez jakéhokoli materiálu.

Po skončení druhého semináře EMG dne 5. 03. 2019 byl žákům zadán **výstupní test**, kterého se zúčastnilo celkem **15 žáků**, přičemž 10 žen a 5 mužů ve věku 17 a 18 let (tři z nich, účastníci se druhého semináře, nebyli přítomni v semináři prvním, nemají znalosti z prvního semináře, tudíž se nedají považovat za součást vzorku šetření). Test nebyl žákům nahlášen dopředu, tedy neproběhla domácí příprava na něj, a pracovali tak pouze s informacemi, které si zapamatovali. Žáci byli před vyplňováním testu obeznámeni s pravidly, která jsem nastavila: doba vyplňování přibližně 5 minut, test neznámkový, anonymní, vyplňování bez jakéhokoli materiálu. Vzhledem ale k tomu, že většina pracovala během obou seminářů velmi aktivně, a v nemalé míře mnozí přispívali k činorodé atmosféře a přátelskému klimatu, jako ocenění za zmíněné jsem nabídla jedničku tomu, kdo dosáhne 70 % (po dohodě s vyučujícím). Tuto informaci jsem zmínila na závěr vyplňování testu, a upozornila jsem na nutnost uvedení jména, kdo by se chtěl této výzvy zúčastnit. Zadání testu bylo totožné jako v případě testu vstupního (pro zajímavost, jedničku získalo 11 žáků).

Cílem průzkumu bylo diagnostikovat znalosti žáků před zúčastněním výuky semináře prvního a semináře druhého, a poté po provedení výuky, a na základě tohoto srovnání ověřit efektivitu, které výuka seminářů dosáhla co do množství nabitých informací žáků, a zhodnotit tedy, v jaké míře výuka žáky posunula v oblasti kognitivní. Do zpracování dat ze vstupního a výstupního testu byli zahrnuti pouze ti, kteří se účastnili obou seminářů. Výsledky byly zprůměrovány a zhodnoceny.

9. 4. 2019 byl žákům zadán **retenční test**, který zhodnotil provedené semináře z hlediska retence získaných poznatků. Testu se zúčastnilo celkem **10 žáků**, přičemž 6 žen a 4 muži ve věku 17, 18 a 19 let (3 žáci se účastnili jen jednoho ze seminářů nebo žádného, proto nemohou být považováni za součást vzorku šetření). Účast byla kvůli probíhající soutěži SOČ poloviční, nicméně vzhledem k prognóze absence následujících seminářů byl retenční test proveden. Zadání testu bylo stejné jako v případě testu vstupního a výstupního, podmínky zadávání testu a jeho plnění byly taktéž obdobné: doba vyplňování přibližně 5 minut, test neznámkový, anonymní, vyplňování bez jakéhokoli materiálu, bez přípravy.

Šetření, které sledovalo pokrok úrovně znalostí během vlastní intervence (vstupní, výstupní a retenční test), se účastnilo vždy jiné množství žáků (15, 12, 7), tedy je nutné brát v potaz drobné odchylky ve výsledcích s možností důsledku nehomogenního složení vzorku žáků během testování. Procento zúčastněných na seminářích je však faktor, který byl mnou neovlivnitelný, ale je pro mě zkušeností a připomínkou toho, že ani pečlivá příprava nezaručí zcela komfortní podmínky během výuky pro všechny cílené účely.

8. 2 Charakteristika didaktického testu a výběr testových úloh

Vzhledem k tomu, že vstupní, výstupní i retenční test mají stejnou strukturu i obsah, lze je všechny charakterizovat následujícími specifickými vlastnostmi:

- test úrovně – test reflektoval aktuální vědomosti žáka
- test nestandardizovaný (učitelský) – neproběhlo ověření na větším počtu žáků
- test kognitivní – úroveň poznání žáka (výsledky učení afektivního nabízí dotazníky)
- test výsledku výuky – získává informaci o množství osvojených poznatků žáka
- test polytematický – obsahuje otázky týkající se problematiky nervové a svalové soustavy, principů vyšetření EEG a EMG
- objektivně skórovatelný test

Testové úlohy měly následující charakter: otevřené testové úlohy se stručnou odpovědí, typu produkční (otázky č. 2, 3, 4, 7, 8) i doplňovací (otázky č. 1, 5, 6), v rámci kterých byla považována krátká odpověď v podobě několika slov, krátké formulace či jedné věty (úloha č. 1-9). V poslední úloze (č. 10) měl žák rozhodnout o správnosti několika tvrzení, přičemž se tedy jednalo o dichotomické úlohy [46].

8. 3 Komparace vstupního a výstupního testu

Úloha č. 1: EMG je souhrnné označení těchto lékařských vyšetření:

Správná odpověď:

kondukční studie a jehlová elektromyografie

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

Tato testová úloha reflektuje znalost problematiky EMG vyšetření a orientaci v typech provedení tohoto vyšetření, čímž se zabýval EMG seminář ihned v úvodu. Nepředpokládá znalost žáka ve vstupním testu. Žáci ve většině případů neznali odpověď, nebo odhadovali, nicméně chybně. Úspěšnost byla ve všech případech **0 %**. Ve výstupním testu žáci uspěli v průměru s **60 %** úspěšností. Za správné byly považovány také odpovědi, které definovaly princip vyšetření, přestože nebyly uvedeny jejich názvy nebo byly uvedeny nepřesně. Primárním cílem této otázky nebylo bazírování na termínech, bylo by to bezpředmětné a nic neříkající, v případě, kdy žáci neměli prostor pro přípravu. Účelem bylo zjistit, zda žáci rozlišují druhy vyšetření EMG. Někteří však odpověděli nedostatečně (ne však chybně), kdy uváděli v odpovědi pouhé vyšetření svalů nebo akčních potenciálů svalstva - v tomto případě získali pouhý zlomek bodu.

Tabulka 4: Typy odpovědí na otázku č. 1 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
vyšetření mozku	20 %	vyšetření svalů	67 %
EEG, EMG	20 %	jehlová EMG	25 %
NMR	7 %	injekční EMG	17 %
CT	7 %	kožní EMG	17 %
neodpověděli	47 %	kondukční EMG	17 %
		vyšetření stimulem	8 %
		vyšetření AP	17 %

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **60 %**.

Úloha č. 2: Jaké negativní důsledky má užívání steroidů?

Správná odpověď:

Akné, gynekomastie, impotence, srdeční komplikace,...

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

Tato produkční testová úloha není striktně teoretická, žák může úspěšně odpovědět pomocí logické úvahy nebo využitím informací, které již v této problematice během svého života nabyt (kdo se zajímá o fitness, posilování, atp.). Žáci ve vstupním testu dosáhli průměrného výsledku **32 %**. Jeden bod mohl získat každý, kdo uvedl více než jeden důsledek (jak již napovídá množné číslo v zadání), v jiném případě získal zlomek bodu. Dle výsledku žáci před účastí na semináři s informacemi ohledně dopingu nebyli ve velké míře seznámeni, nicméně drobnou orientaci v této problematice měli. Ve výstupním testu prokázali výsledek v průměru **88 %**.

Tabulka 5: Typy odpovědí na otázku č. 2 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
problémy s CNS	20 %	srdeční komplikace	50 %
hormon. změny	10 %	impotence	42 %
špatná činnost orgánů	10 %	duševní problémy	33 %
riziko rakoviny	7 %	akné	33%
změny nálad	7 %	agresivita, změny hlasu	17%
bez odpovědi	33 %	gynekomastie, problémy s pohybovým aparátem	8 %

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **56 %**.

Úloha č. 3: Jak bys pomohl epileptikovi během jeho záchvatu?

Správná odpověď:

Odstráním předměty, o které by se mohl pacient zranit, nebráním křečím, nevyndávám jazyk, volám 155. *(možno získat 10 % - 1b.)*

Charakteristika a hodnocení úlohy:

V této úloze žáci prokázali znalost první pomoci při epileptickém záchvatu, přičemž informace potřebné k dosažení úspěchu v této otázce již mohli nabýt v rámci některých výuk s občansko – výchovnou tematikou, nebo ostatních příležitostí během jejich studia či praktického života. V rámci vstupního testu žáci dosáhli v průměru **37 %**. Jeden bod bylo možné získat za uvedení alespoň jedné zásady, v jiném případě byl zisk pouhý zlomek z bodu (někteří uvedli pouze nutnost zavolat záchrannou službu, což je správné, nicméně je to pravidlo platné u jakékoliv první pomoci, nejedná se o bezprostřední pomoc epileptikovi). Ve výstupním testu žáci uspěli s průměrným výsledkem **94 %**, přičemž nesprávné postupy jako bránění křečí či vytahování zapadlého jazyka byly po absolvování semináře již vyeliminovány.

Tabulka 6: Typy odpovědí na otázku č. 3 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
zavolat záchrannou službu	40 %	odstranit nebezpečné předměty z okolí	58 %
odstranit nebezpečné předměty z okolí	20 %	zavolat záchrannou službu	58 %
držet končetiny pod kontrolou	20 %	nebránit křečím	42 %
kontrola jazyku, bránit jeho zapadnutí	13 %		
nebránit křečím	7 %		
neodpověděli	33 %		

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **57 %**.

Úloha č. 4: Jaké jsou účinky chytrých drog (2)? Vyjmenuje zástupce (2).

Správná odpověď:

Zlepšují schopnost koncentrace, zlepšují paměť, projasňují vnímání, eliminují deprese,...Např.: lecitin, brahmi, omega 3, tryptofan, ženšen, ginkgo biloba,...

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

Žáci v této otázce dosáhli průměrného výsledku **42 %**, což je výsledek pěkný. Poukazuje na již získané drobné informace u některých žáků ohledně této problematiky. Lze to přisuzovat již exponované výuce na téma centrální nervová soustava, kde se o tomto mohli dozvědět. Možným příčiněním na tomto výsledku mohlo mít také zmínění o této problematice v rámci fáze motivace, ve které se žáci mohli dozvědět některé zajímavosti ohledně tohoto tématu. Druhému faktu bych osobně dala přednost, vzhledem k většinovému názoru plynoucího z dotazníku, ve kterém charakterizovali náplň semináře jako inspirující ohledně péče o jejich duševní zdraví. Tyto výsledky považují tedy za znehodnocené. Jedna část otázky byla ohodnocena půl bodem, druhá část otázky také půl bodem. Nedostatečné odpovědi byly dle rozsahu hodnoceny pouze zlomkem bodu (Někteří uváděli jako mozkové nutrienty ryby či oříšky, což není přesné – tyto potraviny jsou zdrojem chytrých drog, a to sice omega 3). V rámci výstupního testu žáci uspěli v průměru s **58 %** úspěšností. Došlo tak k drobnému posunu.

Tabulka 7: Typy odpovědí na otázku č. 4 vstupního testu

Vstupní test			
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
zlepšují paměť	20 %	Omega 3	27 %
zlepšují koncentraci	13 %	Tryptofan	13 %
zlepšují mozkovou aktivitu	13 %	B-komplex, kofein, Brahmi	7 %
zbavují depresí	13 %	Kofein	7 %
doplňují hladinu neurotransmitérů	7 %		
neodpověděli	27 %		

Tabulka 8: Typy odpovědí na otázku č. 4 výstupního testu

Výstupní test			
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
Zlepšují paměť	33 %	Omega 3	25 %
Zlepšují mozkovou činnost	33 %	Ginkgo biloba	25 %
Zlepšují koncentraci	8 %	tryptofan	17 %
Zlepšují náladu	8 %	brahmi, ženšen	8 %
Doplňují energii	8 %	kofein	8 %
Zpomalují stárnutí mozku	8 %		

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **16 %**.

Úloha č. 5: Jaké dva typy elektrod se využívají při EMG vyšetření?

Správná odpověď:

jehlové a povrchové

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika úlohy:

U této doplňovací testové úlohy jsem již nepředpokládala úspěšnost před samotnou expozicí problematiky, jelikož se jedná o informace, které nejsou obecné. Žáci v této otázce dosáhli průměrného výsledku **3 %**, přičemž všichni kromě jednoho žáka nevedli žádnou odpověď. Jeden žák využil znalostí fyzikálně chemických, a zmínil katodu a anodu, což pravda je (katoda a anoda se využívá v rámci kondukčních měření jako součást stimulační elektrody). V tomto a v podobných případech bylo možno získat pouze část z celého bodu. Ve výstupním testu žáci uspěli v průměru s **54 %** úspěšností, byly uznávány termíny jako „injekční“ elektroda nebo „kožní“ elektroda. A to proto, že hlavním cílem otázky bylo zreflektovat, zda se žáci orientují v různých typech elektrod, které lze při vyšetření uplatnit, nikoliv bazírovat na správnosti terminologie. Vzhledem k tomu, že žáci neměli prostor ke samostudiu a přípravě, nebylo by to ani vhodné

vyžadovat. Někteří odpověděli nepřesně (zmiňovali např. elektrodu uzemňovací či katodu a anodu, což chybné není, nicméně seminář vykládal dva základní typy elektrod v rámci dvou typů vyšetření), a tak získali zlomek z jednoho bodu, což se promítlo v celkové úspěšnosti. Připouštím však, že k tomu mohlo dojít vzhledem k nepřesné formulaci otázky - lepší by bylo zdůraznit, že jako správná odpověď jsou vyžadovány elektrody dělené dle typu jejich aplikace vzhledem k pacientovi.

Tabulka 9: Typy odpovědí na otázku č. 5 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
katoda a anoda	7 %	jehlové	67 %
neodpověděli	93 %	povrchové	17 %
		uzemňovací	25 %
		katoda a anoda	8 %

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **51 %**.

Úloha č. 6: Která aminokyselina je důležitá pro duševní zdraví? Který klíčový produkt z ní v těle vzniká?

Správná odpověď:

tryptofan, serotonin

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

Tato úloha předpokládala drobné znalosti z organické chemie, které by již žáci měli mít (substituční deriváty - aminokyseliny). Úspěšnost vstupního testu byla vysoká – **43 %**, což je nejlepší výsledek ze všech otázek v rámci vstupního testu. Doplňuje a potvrzuje znalosti, které žáci prokázali v otázce č. 4. Zároveň nutno však zmínit faktor ovlivnění, který měla motivační část hodiny, během které jsem některé tyto informace zmínila, a žáci si je tak díky tomu mohli zapamatovat. Úspěšnost výstupního testu byla **54 %**, došlo tedy k malému posunu a upevnění již získaného. Můj předpoklad by mohl potvrdit fakt, že kvantita odpovědi „tryptofan“ ve výstupním testu klesla v počtu o více jak 20 % (znalost bezprostředně získána, do výstupního testu zapomenuta).

Tabulka 10: Typy odpovědí na otázku č. 6 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
serotonin	40 %	serotonin	67 %
tryptofan	47 %	tryptofan	20 %
neodpověděli	40 %	neodpověděli	20 %

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **11 %**.

Úloha č. 7: Co je to bigorexie?

Správná odpověď:

Psychická porucha, považována za opak anorexie, kdy jedinec trpí stálým pocitem nedostatku svalů. Domnělé představy o nutnosti nabírat svaly a zvětšovat se.

(možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

V této otázce žáci po absolvování semináře uspěli na 100 %, přičemž ve vstupním testu prokázali nulové znalosti. Lze tedy konstatovat, že toto téma bylo pro žáky nové, a expozice problematiky proběhla úspěšně a lze usuzovat, že prostředky k tomu zvolené měly jistou motivační funkci. Odpovědi byly více či méně rozmanité. Žádná z odpovědí nebyla chybná.

Tabulka 11 a 12: Typy odpovědí na otázku č. 7 vstupního a výstupního testu

Vstupní test		Výstupní test	
Typ odpovědi	Počet odpovědí v %	Odpověď	Počet odpovědí v %
neodpověděli	100 %		

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **100 %**.

Úloha č. 8:., Měl bys občas zvýšit aktivitu svých alfa vln. “ Co je tím míněno?

Správná odpověď: Více se uvolnit, být v klidu, odpočívat. (možno získat 10 % - 1b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

Tato otázka je ryze teoretická, její odpověď odráží míru znalostí o problematice EEG vln, avšak v zajímavější autentičtější formě přímé řeči. Jedná se o výňatek z populárního, u mládeže oblíbeného, seriálu The Big Bang Theory. Ve vstupním testu žáci neuspěli, výsledek byl u všech 0 %, přičemž nejčastější odpověď byla ta, ke které otázka bez teoretických znalostí mozkových vln nabádá. Vstupní test však rozsáhlé znalosti u této otázky nepředpokládal. Ve výstupním testu žáci uspěli s průměrným výsledkem 75 %, přičemž někdo nesprávně identifikoval typ vlny a zaměnil ji za vlnu beta.

Tabulka 13: Typy odpovědí na otázku č. 8 vstupního a výstupního testu

Typ odpovědi	výskyt v %	Typ odpovědi	výskyt v %
více přemýšlet, soustředit se	27 %	být v klidu, v pohodě	58 %
sportovat, pohybovat se	6 %	více odpočívat	17 %
neodpověděli	67 %	více přemýšlet	17 %
		neodpověděli	8 %

Výsledek: v této otázce došlo po absolvování seminářů na základě vyhodnocení a srovnání testů ke zlepšení znalostí žáků o **75 %**.

Úloha č. 9: Rozhodni, zda souhlasíš (ANO) či nesouhlasíš (NE) s následujícími tvrzeními:

- A. Nejhodnotnější zdroje bílkovin nalezneme v rostlinných zdrojích. ANO - NE
B. Delta vlny dosahují nejnižší frekvence ANO - NE
C. K mrtvici dochází primárně vlivem genetických faktorů. ANO - NE
D. EEG a EMG jsou neinvazivní vyšetření. ANO - NE

Správná odpověď:

A. NE

B. ANO

C. NE

D. NE

(možno získat 20 % - 2b.)

Charakteristika a hodnocení úlohy:

V této dichotomické úloze museli žáci využít kritického myšlení, přičemž rozhodovali o správnosti tvrzení. Jedná se o otázky polytematické, z obsahu obou seminářů. Při hodnocení jsem rozlišovala část I, která zahrnuje otázky A a C (zaměřena

na výchovná témata, získá 1 bod), a část II, která zahrnuje zbylé otázky B a D (zaměřené na principy lékařských metod získá 1 bod). Ve vstupním testu žáci uspěli v části I s výsledkem 60 %, ve výstupním testu s výsledkem 79 %. V části II žáci dokázali znalosti s úspěchem 27 %, přičemž v testu výstupním byl výsledek 83 %. K výraznějšímu posunu došlo v případě témat lékařských vyšetření, která byla vyučována. V části I je patrné, že žáci některé znalosti již před seminářem měli. Nutno mít na paměti riziko dichotomických úloh, kdy žáci mohou odpovědi pouze tipovat a odhadovat.

Tabulka 14: Typy odpovědí na otázku č. 9. A vstupního a výstupního testu

Vstupní test – Úloha A		Výstupní test – Úloha A	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
ANO	60 %	ANO	83 %
NE	23 %	NE	17 %
bez odpovědi	13 %		

Tabulka 15: Typy odpovědí na otázku č. 9. B vstupního a výstupního testu

Vstupní test – Úloha B		Výstupní test – Úloha B	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
ANO	27 %	ANO	83 %
NE	53 %	NE	17 %
bez odpovědi	20 %		

Tabulka 16: Typy odpovědí na otázku č. 9. C vstupního a výstupního testu

Vstupní test – Úloha C		Výstupní test – Úloha C	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
ANO	33 %	ANO	25 %
NE	60 %	NE	75 %
bez odpovědi	7 %		

Tabulka 17: Typy odpovědí na otázku č. 9. D vstupního a výstupního testu

Vstupní test – Úloha D		Výstupní test – Úloha D	
Odpověď	výskyt v %	Odpověď	výskyt v %
ANO	53 %	ANO	17 %
NE	27 %	NE	83 %
Bez odpovědi	20 %		

8. 4 Hodnocení retenčního testu

Retenční test přinesl pozitivní výsledky a potvrdil tak efektivitu provedených seminářů z hlediska posunu znalostí žáků. Ve třech úlohách (2, 3 a 5) žáci byli ještě úspěšnější, než ve výstupním testu, což přisuzuji vnějším i vnitřním faktorům, které na žáky mohly působit – vlastní zájem o další informace po seminářích, konverzace se spolužáky, větší aktuální soustředění, nehomogenní složení a počet žáků, kteří test vyplňovali oproti testům předchozím (což mohlo drobně zkreslit i výsledky dalších otázek),.... V otázce č. 7 zůstala úspěšnost 100 % stejně jako v testu výstupním, což je skvělý výsledek, který potvrdil mé záměry zaujmout žáky pro mnohé neznámým tématem bigorexie, a jako prevenci vést o této problematice diskuzi. Stejně tak v případě úloh 9. I nedošlo k poklesu znalostí, a ne náhodou se jedná opět o témata dotýkající se přímo zdraví člověka. Hluboký pokles znalostí byl zaznamenán v otázkách 1 a 6, přičemž odpovědi na tyto otázky jsou založeny na přesných pojmech a terminologii. Není tedy až takovým překvapením, že bez připomenutí a přípravy si žáci odpovědi na otázky většinou nevybavili. V otázkách 8, 4 a 9. II jsem zaznamenala také zhoršení znalostí žáků, ale ve znatelně menší míře, než předešlé, přičemž výsledek vyhodnocuji jako úspěšný a mohu konstatovat, že otázky týkající se vyšetření EEG a EMG žáci uchovali, byť v menší míře, v paměti.

Úspěchem je, že žáci projevíli znalosti jednotlivých problematik i měsíc po provedené intervenci, a dle výsledků usuzovat, že nejhlubší paměťovou stopu v nich zanechaly problematiky výchovných témat, čím se mi potvrdilo moje přesvědčení jejich nenahraditelné pozice ve výukách.

Tabulka 18: Srovnání úspěšnosti žáků v testu vstupním, výstupním a retenčním.

Otázka	Průměrná úspěšnost		
	Vstupní test	Výstupní test	Retenční test
1	0 %	60 %	7 %
2	32 %	88 %	93 %
3	37 %	94 %	100 %
4	42 %	58 %	36 %
5	3 %	54 %	64 %
6	43 %	54 %	7 %
7	0 %	100 %	100 %
8	0 %	75 %	50 %
9. I	60 %	79 %	79 %
9. II	27 %	83 %	57 %

9. Dotazníkové šetření

9.1 Charakteristika dotazníkové šetření a jeho cíle

Dotazníkové šetření bylo zvoleno jako optimální prostředek pro získání zpětné vazby od žáků ohledně spokojenosti s průběhem seminářů, kterých se účastnili. Dotazníky jsem vytvořila dva, přičemž každý z nich jsem žákům rozdala na závěr obou seminářů. Obsah a forma dotazníků byly uzpůsobeny tak, aby žákům jejich vyplňování zabralo co nejméně času (vzhledem k tomu, že vyplňování probíhalo jako součást už tak bohatého semináře). Otázky hodnotí kvalitu využitých didaktických prostředků, užitečnost a rozmanitost exponovaných informací, míru srozumitelnosti a náročnosti výuky, atp. Odpovědi jsou zároveň inspirací pro inovace dalšího provedení seminářů na tato témata, za účelem dosažení nejvyšší možné spokojenosti žáků s výukou.

9.2 Průběh dotazníkového šetření a reprezentativní vzorek

Dotazník č. 1 žáci vyplňovali 26. 02. 2019 na Gymnáziu Aloise Jiráka v Litomyšli po absolvování semináře na téma Elektroencefalografie v rámci biologického semináře. Zúčastnilo se jej 15 žáků (z celkového počtu 20 žáků navštěvujících biologický seminář), z toho 10 žen a 5 mužů, ve věku 17, 18 a 19 let. Obsahoval celkem sedm otázek, přičemž zhodnocení otázek vyplnilo posledních pět minut v závěru výuky.

Dotazník č. 2 žáci vyplňovali 05. 03. 2019 na Gymnáziu Aloise Jiráka v Litomyšli po absolvování semináře na téma Elektromyografie v rámci biologického semináře. Zúčastnilo se jej 15 žáků (z celkového počtu 20 žáků navštěvujících biologický seminář), z toho rovněž 10 žen a 5 mužů, ve stejném věkovém rozložení 17, 18 a 19 let (složení semináře bylo však jiné, než v semináři prvním – tři přítomní se prvního semináře neúčastnili). Obsahoval celkem devět otázek, přičemž po vzoru semináře prvního zhodnocení otázek vyplnilo posledních pět minut v závěru výuky.

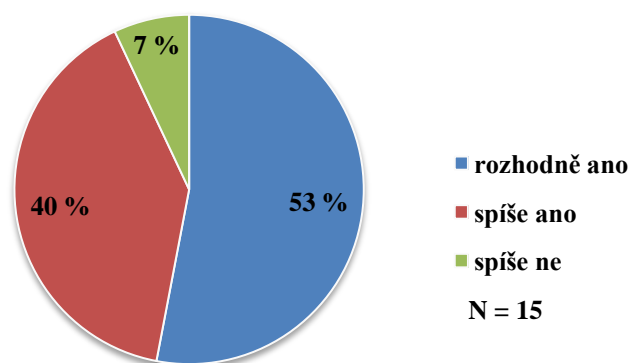
Tabulka 19: Zastoupení respondentů dotazníkového šetření č. 1 a 2

	Pohlaví		Věk		
	žen	mužů	17 let	18 let	19 let
Počet žáků	10	5	5	8	2

9.3 Výsledky dotazníkového šetření č. 1

Otázka č. 1: Podpořila tvoje účast na semináři teoretické poznatky o NS z řádných hodin biologie?

V rámci této otázky se žáci vyjadřovali ohledně užitečnosti semináře, co se týče doplnění již nabytých informací v rozsahu výuky řádných hodin biologie. Podle 93 % žáků jejich účast na semináři podpořila teoretické poznatky v problematice nervové soustavy, které již získali.

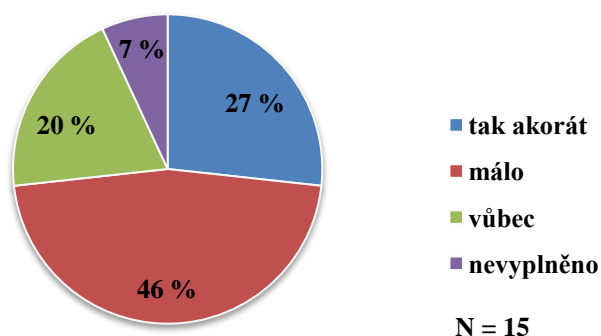


Graf 1: Zhodnocení semináře EEG z hlediska podpory poznatků z řádných hodin

Otázka č. 2: V jaké míře se problematika principu vyšetření mozku, příčin onemocnění a možností prevence probírá v rámci kapitol nervové soustavy ve výukách, které jsi absolvoval/a?

Podpořit teoretické poznatky jsem se snažila v rámci opakovací fáze semináře, ve které jsem se věnovala zásadním principům fyziologie mozkové aktivity. Pomocí této otázky jsem se snažila zjistit, zdali se vyučující v hodinách věnuje otázkám s výchovným přesahem v souvislosti s problematikou nervové soustavy. Vzhledem k množství látky, které je třeba v rámci vzdělávací oblasti Biologie člověka (dle RVP) probrat, jsem nepředpokládala rozsáhlejší zabývání se těmito tématy v hodinách. 27 % žáků je spokojeno s rozsahem, v jakém se dozvěděli o zmíněných tématech během výuk. To je relativně pozitivní výsledek, avšak se nejedná ani o třetinu studentů. 66 % studentů zaujímá stanovisko nespokojenosti ohledně množství informací, které vyučující ohledně této problematiky vyučoval. Přičemž 90 % z těchto studentů má zájem o obohacení výuk o zmíněnou problematiku. Dle mého názoru by to bylo vhodné zařadit do semináře biologie, kterého se účastní studenti preferující předmět biologie, a tak s větší jistotou

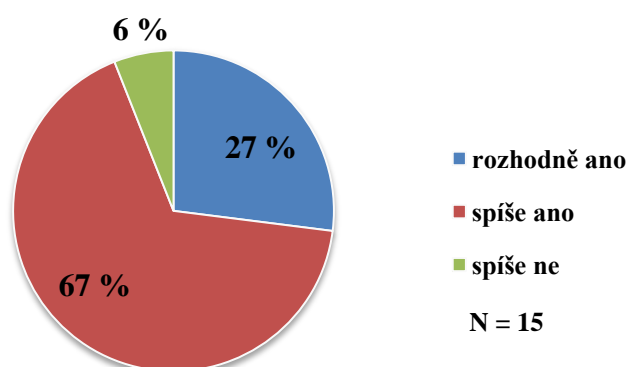
tyto informace ocení, než směs studentů s různým zaměřením v řádné hodině biologie. Jediný problém, který tu spatřuji, je v nedostatečnosti časových možností.



Graf 2: Zhodnocení rozsahu exponovaných informací o principu EEG a zásadách prevence v řádných hodinách biologie

Otázka č 3.: Inspiroval Tě seminář ohledně péče o zdraví svého mozku (paměť, nálada,...)?

V semináři jsem se snažila žáky motivovat k lepší péči o své duševní zdraví jako prevenci před některými obtížemi (nejen nemocemi jako takovými, ale i před problémy s pamětí, s koncentrací, před duševními obtížemi, atp.). Těmito tématy se zabývala výchovná fáze semináře, kde se žáci seznamovali s možnostmi využití mozkových nutrientů, poznávali nezastupitelnou úlohu serotoninu v lidském organismu v souvislosti s duševním zdravím, atd. Velkým úspěchem je výsledek, který poukazuje na celkem 94 % žáků, které jsem během semináře motivovala k lepší péči nejen o svoje kognitivní funkce.



Graf 3: Množství získané inspirace o zdraví svého mozku během semináře EEG

4. Uděl známku (jako ve škole 1-5) následujícím aspektům pracovních listů:

Tabulka 20: Hodnocení pracovních listů EEG

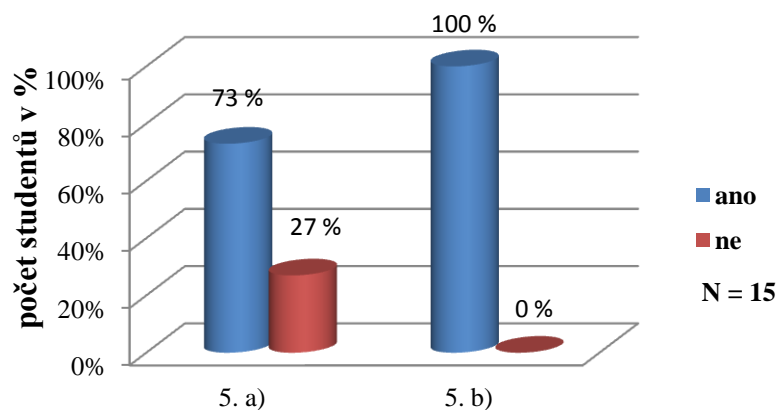
ZNÁMKY A JEJICH FREKVENCE							
KRITÉRIUM	1	1/2	2	2/3	3	4	5
vzhled	14 x	0 x	0 x	1 x	0 x	0 x	0 x
součinnost s výkladem	12 x	0 x	3 x	0 x	0 x	0 x	0 x
rozmanitost úloh	10 x	1 x	4 x	0 x	0 x	0 x	0 x
PRŮMĚRNÁ ZNÁMKA							
vzhled	1,1	součinnost s výkladem		1,2	rozmanitost úloh		1,3

Pracovní listy jsem se snažila vytvořit tak, aby doplňovaly samotný výklad, byly s ním kontinuální a pomáhaly se žákovi lépe orientovat. Zároveň měly být líbivé a svým vzhledem motivující při práci během semináře. Vzhledem k odpovědím se mi povedlo udělat pro žáky hezké pracovní listy, které podpořily výklad v logickém sledu, přičemž jejich úlohy nebyly monotónní.

Otázka č. 5.

- a) **Motivovala Tě prezentace, kterou vyučující využila, k větší pozornosti během semináře?**
- b) **Pomohla Ti prezentace, kterou vyučující využila, k lepšímu pochopení dané problematiky?**

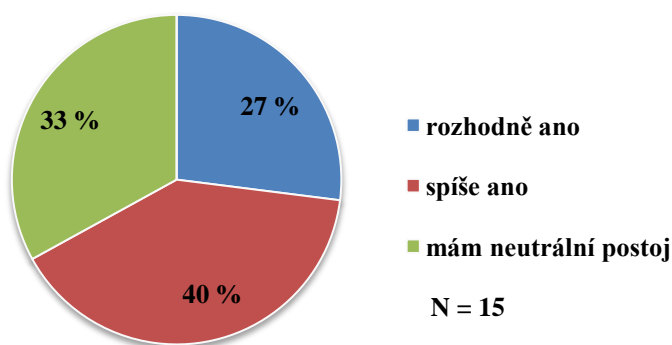
Prezentace měla funkci motivační – svou podobou a animacemi měla aktivizovat žáky a pomoci lepší názornosti dané problematiky, zároveň ale měla pomoci žákům při vyplňování pracovních listů, a k lepšímu pochopení zejména během expozice principů metody EEG. Prezentace aktivizovala během semináře celkem 73 % žáků, a jak poukazuje následující graf, pro všechny měla podpůrnou funkci ohledně pochopení nových poznatků. Aspirovala jsem, co do motivace, na lepší výsledky, motivační charakter mohla prezentace pro některé pozbývat z důvodu rychlého promítání, ke kterému jsem musela občas přistoupit z důvodu nedostatku času (některé slidy jsem nestihla promítnout vůbec). Zároveň prezentace téměř většině (93 %) pomohla k lepšímu pochopení nové látky, což bylo kromě motivace jejím účelem. Tyto výsledky hodnotí vytvořenou prezentaci jako velmi efektivní didaktickou pomůcku.



Graf 4: Hodnocení prezentace využité v EEG semináři

6. Ocenil/a bys účast na dalším podobném netradičním semináři, jako byl tento?

Tato otázka měla reflektovat celkovou spokojenost žáka s absolvovaným seminářem, kterého se účastnil. Zahrnuje v sobě hodnocení všech aspektů a vlastností, které lze na semináři popisovat – a dle zpětných vazeb hodnocení pozitivní, vzhledem k nulovému zastoupení názoru neochoty účastnit se podobného semináře znovu. Třetina třídy má neutrální postoj, jsou tedy otevřeni možnosti se účastnit a také neúčastnit, zbytek třídy by si rádo podobnou zkušenost zopakovalo. Reflexe na základě této otázky kombinuje snahy o dosažení většiny z vytyčených cílů, lze z toho vyvozovat snahy úspěšné.



Graf 5: Zájem žáků o další podobný seminář

7. Z tvého pohledu byl seminář na téma EEG, kterého ses zúčastnil/a:

Tabulka 21: Hodnocení EEG semináře

	1	2	3	4	5	
zajímavý	9 x	6 x	0 x	0 x	0 x	nezajímavý
náročností vyhovující	7 x	6 x	1 x	0 x	0 x	nevyhovující
pochopitelný	10 x	5 x	0 x	0 x	0 x	zmatečný
užitečný	9 x	6 x	0 x	0 x	0 x	zbytečný
získané informace byly nové	5 x	6 x	4 x	0 x	0 x	žádné nové informace jsem nezískal/a

V rámci tohoto úkolu měli žáci hodnotit jednotlivé aspekty semináře na stupnici od jedné do pěti, přičemž v rámci každého kritéria bylo možné zvolit jednu ze dvou pozitivních zpětných vazeb (hodnoty 1,2) dále názor neutrální (hodnota 3) a zpětnou vazbu spíše negativní (hodnoty 4,5). V tabulce je vidět, že negativní zpětné vazby od žáků se nevyskytovaly zcela vůbec, což považují za úspěch. Průměrné hodnoty jednotlivých aspektů semináře jsou následující:

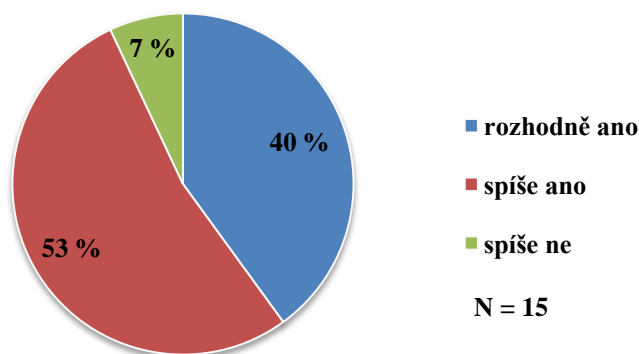
- **Zajímavý / nezajímavý:** 1,4
- **Náročností vyhovující / nevyhovující:** 1,6
- **Pochopitelný / zmatečný:** 1,3
- **Užitečný / zbytečný:** 1,4
- **Získané informace byly nové / žádné nové jsem nezískal** 1,9

Lze pozorovat mírně zvýšenou frekvenci méně pozitivních zpětných vazeb v případě hodnocení přínosu nových informací. Tyto názory byly očekávané a jsou zcela na místě, vzhledem k jednotlivým fázím semináře, přičemž v té první bylo hlavním cílem zopakovat již probranou látku. Závěrem je tedy zjištění, že připravený seminář byl pro žáky zajímavý, náročností vyhovující, pochopitelný, užitečný a s přínosem nových informací.

9. 4 Výsledky dotazníkového šetření č. 2

Otázka č. 1: Podpořila tvoje účast na semináři teoretické poznatky o svalové soustavě z řádných hodin biologie?

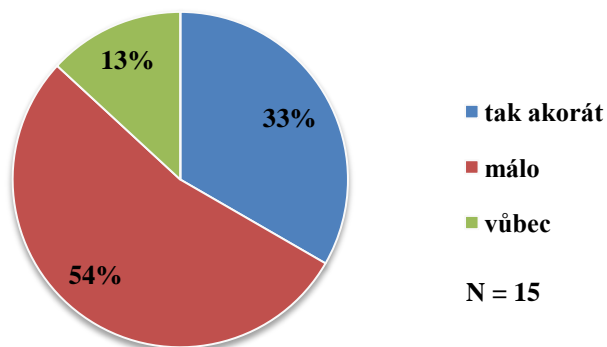
Tato otázka je totožná, jako v případě dotazníkové šetření číslo jedna, a rovněž i její výsledky jsou stejné. 93 % žáků považuje seminář za přínosný z ohledu upevnění a zopakování již nabitých vědomostí. Očekávala jsem menší úspěšnost z důvodu časově kratší mobilizace učiva, přičemž se v rámci přibližně 5 - 10 minut zopakovaly důležité pojmy hned na počátku hodiny. Celý seminář se však týkal svalové soustavy jako takové, a tak ho žáci v převážné většině ohodnotili jako (ze zmíněné hlediska) doplňující, přestože opakování jako takové proběhlo jen sporadicky.



Graf 6: Zhodnocení semináře EMG z hlediska podpory poznatků z řádných hodin

Otázka č. 2: V jaké míře se problematika principu vyšetření svalů, příčin onemocnění a možností prevence probírá v rámci kapitol svalové soustavy ve výukách, které jsi absolvoval/a?

Dle hodnocení této otázky celkem 87 % žáků je více či méně nespokojeno s rozsahem, ve kterém se v hodinách probírá problematika vyšetření svalů, prevence, atp. To je více, než v případě hodnocení tentýž otázky tématu nervová soustava. Je možné, že během expozice se vyučující věnoval informacím naplňujícím výchovný aspekt hodiny více, ale vliv na rozdílnost hodnocení mohlo mít také nehomogenní složení respondentům v druhém dotazníkovém šetření oproti šetření prvnímu, a tedy odlišná stanoviska některých.



Graf 7: Zhodnocení rozsahu exponovaných informací o principu EMG a zásadách prevence v řádných hodinách biologie

3. Uděl známku (jako ve škole 1-5) následujícím aspektům pracovních listů:

Tabulka 22: Hodnocení pracovních listů EMG

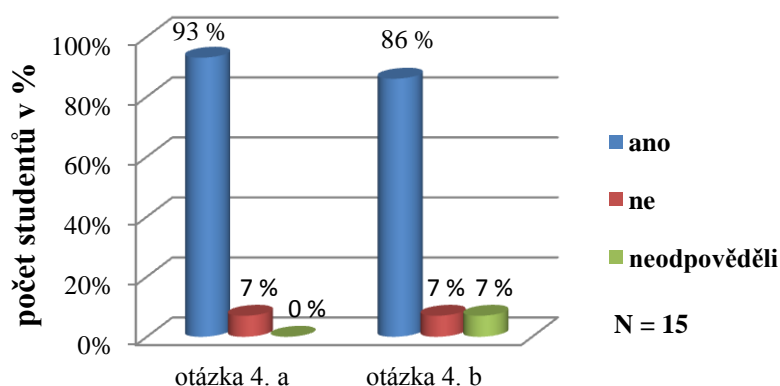
KRITÉRIUM	ZNÁMKY A JEJICH FREKVENCE				
	1	2	3	4	5
vzhled	13 x	1 x	1 x	0 x	0 x
součinnost s výkladem	13 x	1 x	1 x	0 x	0 x
rozmanitost úloh	9 x	5 x	1 x	0 x	0 x
PRŮMĚRNÁ ZNÁMKA					
vzhled	1,2	součinnost s výkladem	1,2	rozmanitost úloh	1,5

Stejně jako v případě vyhodnocení pracovních listů využitých v semináři prvním, tak i pracovní listy nyní u žáků obstály, a to s pozitivním hodnocením. Žáci považují listy za atraktivní, jejich obsah hodnotí v logickém sledu s výkladem, a relativně rozmanité co do podob úloh. Lehce horší výsledky vykazuje hodnocení rozmanitosti úloh v listech, což přisuzují tomu, že na rozdíl od EEG pracovních listů byly v těchto listech úlohy vyžadující převážně pouhé doplňování, a tak lehce pozbývaly pestrost ve formách vyplnění.

Otázka č. 4:

- a) **Motivovala tě prezentace, kterou vyučující využila, k větší pozornosti během semináře?**
 b) **Pomohla ti prezentace, kterou vyučující využila, k lepšímu pochopení dané problematiky?**

Stejně jako prezentace v předchozím semináři měla i prezentace vytvořená pro tento sloužit jako „pomocník“ žákovi, který ho aktivizuje k další činnosti a pomůže se zorientovat v nové látce. Na rozdíl od hodnocení prezentace využitě v prvním semináři, měla tato prezentace u žáků větší úspěch co do motivační funkce. Mohlo to být způsobeno obecně více pohodovou atmosférou a možností vše v klidu promítnout, ukázat všechny animace a využít na 100 % kvality připravené prezentace. Dalším důvodem může být opět nehomogenní složení respondentů (oproti prvnímu semináři) a jejich rozdílné nároky.



Graf 8: Hodnocení prezentace využitě v EMG semináři

Otázka č. 5. Z tvého pohledu byl seminář na téma EEG, kterého ses zúčastnil/a:

Tabulka 23: Hodnocení EMG semináře

	1	2	3	4	5	
zajímavý	10 x	3x	1 x	1 x	0x	nezajímavý
náročností vyhovující	8 x	6x	1 x	0 x	0x	nevyhovující
pochopitelný	11 x	4 x	0 x	0 x	0x	zmatečný
užitečný	10 x	4 x	0 x	1 x	0x	zbytečný
získané informace byly nové	5 x	7 x	2 x	0 x	1 x	žádné nové informace jsem nezískal/a

Stejně jako v prvním dotazníkovém šetření, i v tomto se žáci mohli vyjádřit ohledně jednotlivých aspektů semináře. Opět jsem se snažila zjistit, do jaké míry byl pro žáky zajímavý, zda se mi povedlo exponovat tuto látku pochopitelným ne moc náročným způsobem, jestli považují účast na semináři za užitečnou a zda se dozvěděli něco nového. Průměrné hodnoty výsledků jsou následující:

- **zajímavý / nezajímavý:** 1,5
- **náročností vyhovující / nevyhovující:** 1,5
- **pochopitelný / zmatečný:** 1,3
- **užitečný / zbytečný:** 1,5
- **získané informace byly nové/ žádné nové jsem nezískal:** 2

Výsledky hodnocení tohoto semináře jsou velmi podobné hodnocení předchozího semináře. Tentokrát se objevila také záporná hodnocení (nutno však dodat, že hodnotu vyšší než 3 udělovala vždy jedna žákyně – je možné, že jí seminář zklamal a čekala více). Opět lze pozorovat mírně zvýšenou frekvenci méně pozitivních zpětných vazeb v případě hodnocení přínosu nových informací. Vysvětlují si to výkladu pro mnohé ne zcela neznámých témat (anabolické steroidy, strava vhodná před a po cvičení atd.). Dotazníková otázka č. 6 a její odpovědi nabízejí řešení, jakými tématy lze oba semináře obohatit. Závěrem je tedy zjištění, že připravený seminář byl pro žáky zajímavý, náročností vyhovující, pochopitelný, užitečný a s přínosem většinou nových informací.

Otázka č. 6. Demonstrační biofyzikální měření mozkové a svalové aktivity za pomoci techniky, které bylo provedeno v seminářích, hodnotíš jako: *(lze zaškrtnout více odpovědí)*

Tabulka 24: Hodnocení demonstračního měření v seminářích

	názorné	zajímavé	zbytečné	nezajímavé
výskyt odpovědí	7 x	14 x	0 x	0 x

V rámci této otázky jsem se pokoušela zjistit, do jaké míry bylo využití techniky, která demonstrovala aktivitu mozku a svalů, užitečné. Žáci měli možnost zaznamenat volně více odpovědí, se kterými se ztotožňují, čehož využilo šest žáků, kteří zvolili více než jednu odpověď. Výsledky poukazují na pozitivní názory žáků ohledně měření, které proběhlo v seminářích v rámci pozorování a experimentování. Měření v podobě, ve které proběhlo, bylo vhodné zařadit do výuky, a dle výsledků podpořilo názornost probírané

látky, pro žáky bylo zajímavé a tedy jako aktivizační prvek zvýšilo na atraktivnosti seminářů.

Otázka č. 7: Pokud bys mohl upravit náplň seminářů, kterých ses zúčastnil, o která témata bys chtěl semináře obohatit? *(lze zaškrtnout více odpovědí)*

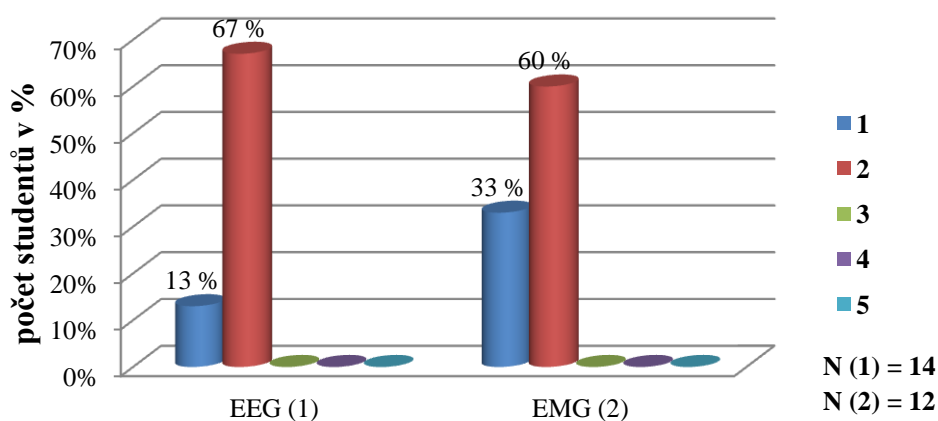
Tabulka 25: Návrhy a změny pro další průběh seminářů

Typ odpovědi	Výskyt odpovědi
detailnější výklad o principu vyšetření a čtení EEG/EMG záznamu	0 x
bohatší výčet onemocnění nevrové či svalové soustavy, a jejich charakteristika	10 x
více praktických informací, které tě inspirují a motivují ohledně péče o své zdraví	2 x
rozšířené využití biofyzikálního měření a práce s naměřenými daty	2 x
jiné	0 x

V rámci této otázky jsem se snažila zjistit, která témata by mohla žáky zajímat více do hloubky, než v jakém rozsahu se o nich během seminářů dozvěděli. Tato témata mohou být alternativou, kterou lze přispět k rozšíření nových informací (jak avizovali někteří žáci v dotazníkové otázce č. 5). Žáci měli v rámci této položené otázky možnost vyjádřit jiné své nápady kromě nabízených odpovědí, které však nevyužili. Dva žáci nevedli žádnou odpověď. Mohli opět zvolit více odpovědí, nežli jednu – tak učinil pouze jeden žák. Nejvíce zájmu žáci projeví v oblasti etiopatogeneze onemocnění mozku a svalů. V seminářích byli zmíněna jen některá onemocnění, a z toho ne všechna obsírně. V rámci mozkových onemocnění se jim nabízí celá řada: Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza, různé psychické poruchy jako schizofrenie, ... Je však nutné dodat, že veškerá rozšíření výuky o tuto problematiku bude na úkor ostatních témat, a tak chce rozšíření dobře promyslet nejen z hlediska časových možností. Naopak žáky neláká obohatit výuku o hlubší výklad samotných lékařských metod EMG a EEG.

Otázka č. 8: Do jaké míry jsi pochopil problematiku vyšetření EEG a EMG? Ohodnot' na stupnici od 1 (zcela pochopil) - 5 (vůbec nepochopil):

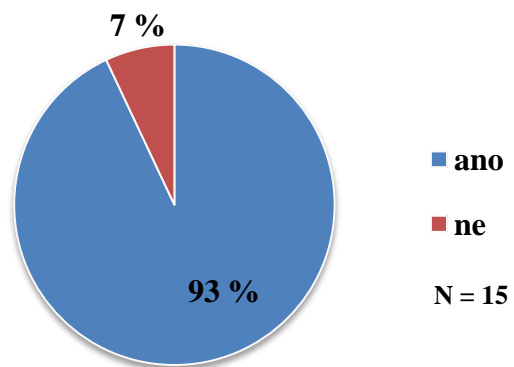
Tato otázka byla doplněním k otázce č. 5, ve které jsem již zjišťovala, do jaké míry byla mnou vyložená látka pochopitelná. Hodnotila tedy celkově obě výuky z hlediska pochopení, dala mi zpětnou vazbu, nakolik byly didaktické prostředky názorné a srozumitelné. Vzhledem k tomu, že na semináři s problematikou EMG byli přítomní žáci, kteří minulý seminář přítomní nebyli, nemohli ohodnotit míru pochopení. Po vyhodnocení mohu konstatovat, že se podařilo naplánovat a provést semináře s náplní nadstavbových témat, kterým žáci bez problémů porozuměli. Žáci volili při hodnocení pouze čísla jedna a dva. Vzhledem k tomu, že žáci již hodnotili náročnost jako vyhovující a získané informace pro ně byly v převážné většině nové, nejednalo se o látku jednoduchou a nevyžadující soustředění. A tak považuji za úspěch, že došlo k jejímu pochopení. 7 % žáků v případě problematiky EMG odpověď neuvodlo, a 20 % žáků v případě EEG vyšetření uvedlo svoji nepřítomnost na tomto semináři.



Graf 9: Hodnocení míry porozumění principů EEG a EMG

Otázka č. 9: Myslíš, že informace, které jsi získal během účasti na seminářích, využiješ někdy v praktickém životě?

Mým primárním cílem ve výuce je předávat žákům vědomosti a informace takovým způsobem, kterým nabudou pocit užitečnosti a aplikovatelnosti těchto informací v praktickém životě. Potěšením je pro mě výsledek, kdy 14 z 15 ti žáků považuje získané informace ze seminářů praktické do života s možností jejich využití.



Graf 10: Hodnocení možnosti využití získaných informací ze seminářů v praktickém životě

10. Expertní evaluace

Kromě žáků měli také možnost ohodnotit mnou vytvořené materiály zkušební pedagogové biologie, a odborní didaktici, kteří vyhodnotili materiály krátkým dotazníkem, ve kterém měli pomocí známek vyjádřit spokojenost či nespokojenost ohledně jednotlivých aspektů pracovních listů a prezentace. Oslovila jsem celkem pět pedagogů a didaktiků (působících na Gymnáziu Aloise Jiráska v Litomyšli, Biskupském gymnáziu Boženy Němcové v Hradci Králové a na Univerzitě Hradec Králové), nakonec jsem získala zpětnou vazbu od čtyř z nich. Cílem dotazníku bylo posoudit materiály z různých kritérií. Pro odpovědi využili učitelé škálu shodnou se známkováním ve škole, přičemž výsledky hodnocení jsou průměrné známky všech hledisek. Dotazník poskytl posouzení následujících aspektů vytvořených materiálů:

1. Přiměřenost věkovému stupni studentů
2. Strukturní ucelenost učiva a poznatků v listech
3. Jazyková správnost listů
4. Přehlednost listů
5. Grafická úprava listů
6. Motivující a aktivizující charakter zvolených ilustrací a grafických symbolů
7. Kvantita úloh v listech vzhledem k možnosti využití
8. Řízení učení studenta pomocí otázek a úkolů v listech
9. Verbální kvalita prezentace
10. Obrazová kvalita prezentace

Tabulka 26: Výsledky expertní evaluace

Hledisko	Průměr odpovědi
1.	1,8
2.	1,3
3.	1
4.	2
5.	1,8
6.	1
7.	1,5
8.	1,5
9.	1
10.	1,5

Polovina z dotázaných by dle odpovědí materiál ve výuce využila. Využití by pedagogové našly jak v řádné hodině, tak v hodině biologického semináře, přičemž oceněna byla pasáž, která je věnována (v listech pro EEG seminář) onemocněním CNS.

11. Diskuze

V rámci praktické části byla naplánována a provedena výuka na témata lékařských vyšetření EEG a EMG, přičemž jednotlivé aspekty výuk byly následně zhodnoceny. Nástrojem pro sběr dat byla dotazníková šetření, komparace vstupních, výstupních a retenčních testů, expertní evaluace a v neposlední řadě sebereflexe vlastní výuky.

Hlavní součástí seminářů byla výuka lékařských metod EEG a EMG, která měla být provedena pro žáky jasným a pochopitelným způsobem. Dle hodnocení žáci principy obou lékařských metod pochopili bez obtíží. Semináře shledali jako pochopitelné a náročností vyhovující, a zároveň uvedli, že informace, které na seminářích získali, byly převážně nové a podporující dosavadní znalosti z absolvovaných hodin biologie. Lékařská vyšetření nebyla probírána do hloubky s náročnějšími detaily, určitě i díky tomu nedošlo k větším nedorozuměním, naopak k porozumění látce. Výzvou však je provést semináře, které budou zaměřeny pouze na tyto lékařské metody, a tak ve výkladu pojmu detailnější obsah a obširnější rozsah informací, což zároveň zvýší náročnost semináře. Osobně bych to však nedoporučila, jelikož se jedná o velice náročné problematiku, a pochopení detailnějších informací vyžaduje souvislosti zkušeného medika.

Jako další témata k výuce lékařských metod se nabízí bohatší výčet onemocnění CNS a pohybové soustavy (lze vykládat společně s typickými grafoelementy), kteráž to témata žáci v hodnocení upřednostnili jako návrh obohacení seminářů.

Výuka seminářů obsahovala kromě zmíněných problematik také témata výchovného rázu, které měla přispět k větší užitečnosti a využitelnosti získaných poznatků v praktickém životě. Dle dotazníku žáci zhodnotili absolvované semináře jako zajímavé a užitečné, s tím, že 93 % z nich předpokládá využití některých získaných poznatků v praktickém životě, a zároveň stejné procento žáků potvrdilo inspiraci ohledně péče o zdraví mozku během semináře EEG. Což je velkým úspěchem a naplnilo to můj zásadní cíl.

Efektivitu seminářů potvrdilo také sledování znalostí v čase, které ukázalo nejen úspěšnou retenci získaných poznatků. Komparace vstupního a výstupního testu potvrdila účinnost provedených seminářů, přičemž téměř ve všech otázkách žáci udělali více jak 50% posun ve vědomostech po absolvování mnou vyučovaných jednotek. Nejlepších výsledků po absolvování seminářů žáci dosahovali v otázkách týkajících se problematiky bigorexie, anabolických steroidů a epilepsie. Ve všech těchto otázkách lze sledovat

úspěch i v retenci. Žáci udělali také posun ve vědomostech problematiky mozkových vln a charakteristiky typu vyšetření EMG, a mohu tak konstatovat, že si některé informace zapamatovali a zmíněná lékařská vyšetření jim nyní nejsou cizí. Větší propad znalostí byl zaznamenán v otázkách, jejichž odpověď vyžaduje znalost odborných termínů – bez přípravy a připomenutí pro žáky pochopitelně náročnější k vybavení. (Ponaučením pro mě bylo nevhodné zařazení vstupního testu do semináře, k jehož vyplňování došlo až po úvodní motivaci, která obsahovala motivační informace týkající se otázek č. 4 a 6, čímž zřejmě mohlo dojít ke zkreslenému výsledku vstupních testů.)

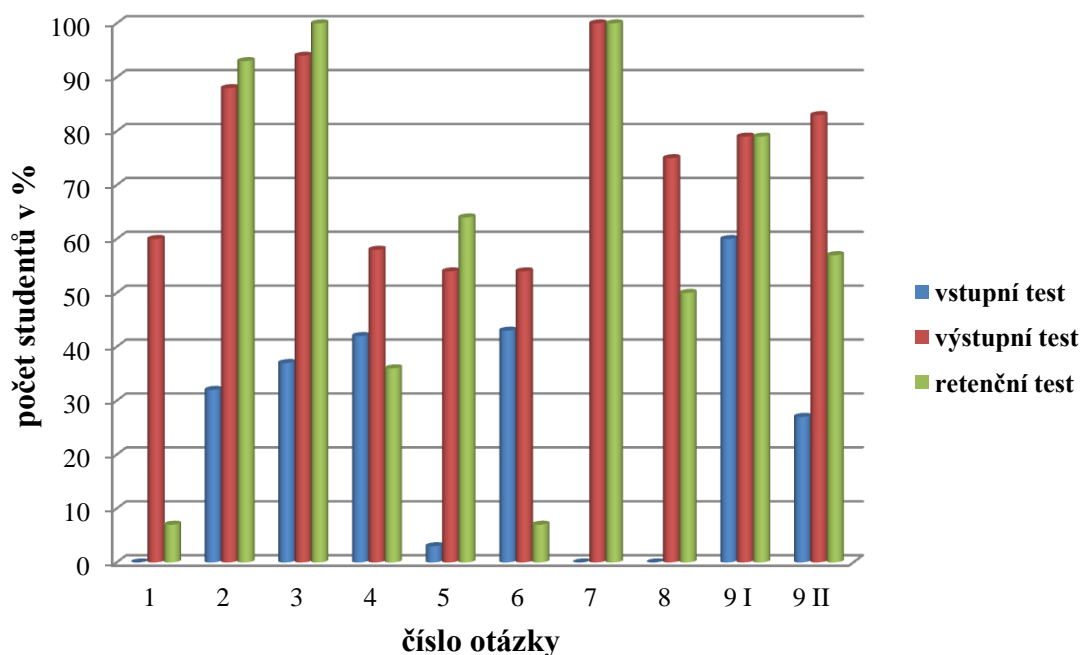
Navrhnuté didaktické pomůcky se osvědčily jako velmi vhodné, vzhledem k hodnocení žáků, kdy většina hodnotila grafickou kvalitu pracovních listů a jejich využití ve výuce pozitivně (co se týče vzhledu, rozmanitosti úloh i součinnosti listů s výkladem). Expertní evaluace poskytla rovněž pozitivní výsledky ohledně jejich rozsahu, grafické stránky, srozumitelnosti, jazykové správnosti a řízení učení žáka pomocí otázek a úkolů, za jakýmžto cílem byly otázky a úkoly v listech vytvořeny. Oceněno bylo také množství grafických prvků v listech, které jsem zvolila pro větší zpestření a sympatičnost listů.

Prezentace se prokázala dle žáků jako praktická pomůcka pro větší motivaci a snazší pochopení vykládané látky, úspěšně byla zhodnocena také pedagogy (z hlediska jazykového i grafického). Prezentaci jsem navrhla zejména jako motivační prvek, s přednostním zařazením obrázků a dalších grafických prvků před textem, přičemž text byl zvolen jako podpůrný prostředek pro snazší doplňování pracovních listů, a byl vždy doplněn animacemi, které vedly k aktivní činnosti žáků. Prezentace obsahovala také množství výukových prvků, které měly lépe dokreslit vykládanou teorii a usnadnit její pochopení, přičemž mé záměry se potvrdily. Mě samotné se s prezentací i s pracovními listy pracovalo velmi dobře, a nejen žákům, ale i mě jako vyučující to pomohlo k pohodlné orientaci během přechodů mezi tématy (doporučila bych však stručnější opakování a pouze částečné využití pracovního listu č. 1 v semináři EEG).

Lze tak konstatovat, že vytvořené materiály splňují nároky zkušených učitelů, a jedná se o kvalitní didaktickou pomůcku do výuky.

Součástí seminářů bylo také demonstrační měření mozkové a svalové aktivity za podpory techniky, které žáci zhodnotili jako názorné a zajímavé. Žáci měli také možnost v dotazníku vyjádřit svůj zájem o další biofyzikální měření a práci s naměřenými daty, nicméně tento návrh o obohacení semináře v hodnocení nepodpořili. Vzhledem k tomu, že se jednalo o žáky biologického semináře, nebylo to pro mě až tak překvapující (ve

fyzikálním semináři by byly odpovědi tuším zcela jiné) a vzhledem k tomu, jak pozitivně náplň semináře zhodnotili, jsem se vybranými tématy evidentně trefila do středu jejich zájmu. Velmi zajímavé by bylo provést seminář, který by obsahoval rozsáhlejší využití měření. V případě snímání EEG by bylo možné zaznamenávat aktivitu při několika činnostech (čtení, počítání, sledování videa, zavření očí, uvolnění, atp.), a do tabulky zaznamenávat měnící se aktivitu a identifikovat typy EEG vln, které se objevují v závislosti na měnících se kognitivních procesech. V případě práce se svalovou aktivitou lze využít k elektrodám a EKG/EMG zesilovače také senzor síly stisku ruky Vernier HD-BTA, kterým lze pozorovat souvislost elektrické aktivity s funkcí svalu. Žáci tak mohou pozorovat vzájemný vztah kontrakce svalů s naměřenou elektrickou aktivitou. Těchto dalších možností jsem vzhledem k rozsáhlému, již naplánovanému obsahu, nevyužila.



Graf 11: Výsledky sledování úrovní znalostí žáků v čase

Závěr

V této diplomové práci jsem se zabývala elektroencefalografickou a elektromyografickou metodou vyšetření. Jejich principy, charakteristiku a využití vykládá teoretická práce, společně s anomií a fyziologií cílových orgánů – tedy centrální a periferní nervové soustavy, a svalstva kosterního. Hlavním cílem bylo však přiblížit tato vyšetření středoškolským žákům se zálibou v biologii pomocí výuky, která jim měla srozumitelným způsobem zprostředkovat hlavní informace o principech fungování a využití EEG a EMG, o pomůckách, které lékař využívá, dále informace důležité pro pacienta, který se na vyšetření chystá, jaké zdravotní příčiny mohou být důvodem k využití těchto metod, atp. A to vše za technické podpory, jejíž cílem bylo znázornit mozkovou a svalovou aktivitu, a získat tak jednoduchý záznam, který demonstruje tyto aktivity ve výuce.

A to vše pomocí netradiční výuky biologie v rámci seminářů biologie na SŠ. Klíčovou úlohou seminářů bylo vzbudit v žácích zájem a motivaci, zprostředkovat zážitkový seminář, ve kterém by své vědomosti obohatili poznatky z oboru zdravotnictví, ale zároveň měli možnost diskuze a sdílení svých postojů a typů ohledně zdravého životního stylu, který může před zdravotními obtížemi, jejichž diagnózu podávají zmíněná vyšetření, ochránit. Nedílnou součástí seminářů byla také témata zaměřena na cíle výchovné, která by pomohla u žáků rozvinout sebereflexi a motivovat je v jistých směrech ke zdravějšímu a rozumnějšímu bytí (strava, péče o mozkové funkce, pohyb a zdraví,...). Semináře měly také pomoci žákům k uvědomění již získaných znalostí z problematiky nervové a pohybové soustavy, popř. je doplnit a rozvinout.

Výsledky výše uvedených tendencí jsou skvělé. Při pečlivé přípravě a plánování výuk jsem pamatovala na (pro mě) důležité aspekty každé výuky, jako aktivnost žáků během expozice, systematičnost a pevný základ již získaných vědomostí před novou látkou, na přiměřenost, a hlavně na využitelnost získaných poznatků v praxi. Úspěch těchto mých snah je, dle hodnocení žáků, nezpochybnitelný. Semináře je zaujaly, motivovaly a co je velmi pozitivní - nadechly pro další účast při podobné netradiční výuce. K tomuto úspěchu přispěla tvorba a využití didaktických pomůcek, které byly jak žáky, tak odborníky, zhodnoceny jako velmi kvalitní didaktický materiál. Diplomová práce je tak úspěšným pokračováním práce bakalářské, a spolu dokazují efektivitu zařazení témat lékařských vyšetření do výuky biologie. Pevně doufám, že práce inspiruje další pedagogy, kteří jsou otevřeni inovacím a zpestření tradičních výuk biologie.

Použitá literatura

- [1] VAJNER, Luděk, UHLÍK, Jiří a KONRÁDOVÁ, Václava. *Lékařská histologie I.: cytologie a obecná histologie*. Praha: Karolinum, 2010. 71 – 94s. ISBN 9788024618609.
- [2] GANONG, William. *Přehled lékařské fyziologie*. Vyd. 20. Praha: Galén, 2005. 53 – 67, 88 – 93s. ISBN 80-7262-311-7.
- [3] MARTÍNEK, Jindřich, VACEK, Zdeněk. *Histologický atlas*. Praha: Grada, 2009. 97s. ISBN 978-80-247-2393-8.
- [4] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 3. dopl. vyd. Praha: Grada, 2016. 242, 247, 248s. ISBN 9788024756363.
- [5] KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. 88,89, 972s. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [6] JOHNSON, Mark H. *Brain development and cognition: a reader*. Cambridge, USA: Blackwell, 1993. 62 – 64s. ISBN 0631182233.
- [7] RIGUTTI, Adriana. *Ilustrovaný atlas anatomie*. Přeložila Zuzana KASLOVÁ, Kateřina BROUK. Říčany: Sun, 2016. 80 – 91, 110, 111s. ISBN 978-80-7371-132-0.
- [8] LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada, 2009. 53, 54, 293-299s. ISBN 978-80-247-2526-0.
- [9] DESPOPOULOS, Agamemnon, SILBERNAGL, Stefan. *Color Atlas of Physiology*. 5th edition. Stuttgart: Thieme, 2003. 310 s. ISBN 13: 9783135450056
- [12] KUMAR, Rani. *Textbook of Human Embryology*. New Delhi: I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., 2010. 67 – 69s. ISBN 13: 978-8190675710
- [13] OREL, Miroslav. *Nervové buňky a jejich svět*. Praha: Grada, 2015. 74 – 80s. ISBN 978-80-247-5070-5.
- [14] BEDNARČÍK, Josef et al. *Nemoci kosterního svalstva*. Praha: Triton, 2001. 29 – 34, 227 – 230, 405, 406s. ISBN 80-7254-187-0.
- [15] PÁNEK, David. *Elektroencefalografické koreláty pohybového chování a výkonnostní zátěže*. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova, 2016. 9 – 17s. ISBN 9788024634357.
- [17] OREL, Miroslav, PROCHÁZKA, Roman. *Vyšetření a výzkum mozku: pro psychology, pedagogy a další nelékařské obory*. Praha: Grada, 2017. 85, 88s. ISBN 978-80-247-5539-7.
- [18] FABER, Josef. *Elektroencefalografie a psychofyziologie*. Praha: ISV, 2001. 14, 16, 49 – 52s. ISBN 80-85866-74-9.

- [19] WABERŽINEK, Gerhard et al. *Základy obecné neurologie*. Praha: Karolinum, 2004. 69 – 71. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0803-0.
- [20] KROPOTOV, Juri, D. *Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy*. 1st edition. Cambridge: Academic Press edition, 2008. 118, 119, 120s. ISBN 13: 978-0123745125
- [21] RABOCH, Jiří, PAVLOVSKÝ Pavel. *Psychiatrie*. Praha: Karolinum, 2012. 93,94 – 104, 276s. ISBN 978-80-246-1985-9.
- [22] SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, 2008. 109 – 113s. ISBN 978-80-247-2733-2.
- [23] PREISS, Marek, PŘIKRYLOVÁ KUČEROVÁ, Hana. *Neuropsychologie v neurologii*. Praha: Grada, 2006. 18s. ISBN 80-247-0843-4.
- [24] AULICKA, Štefánia. Idiopatické generalizované epilepsie. *Neurologie pro praxi*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2014, roč. 15, č. 4, 202 – 206s. ISSN: 1803-5280
- [25] KALINA, Miroslav. *Akutní neurologie: intenzivní péče v neurologii*. Praha: Triton, 2000. 84, 85, 126 – 135s. ISBN 80-7254-100-5.
- [26] DUFEK, Jaroslav. *Elektromyografie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. Učební texty. 9 – 95s. ISBN 80-7013-208-6.
- [27] TROJAN, Stanislav. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005. 83 – 85s. ISBN 8024712962.
- [28] KELLER, Otakar. *Obecná elektromyografie: fyziologické základy a elektrofyzilogická vyšetření se zvláštním zřetelem k rozboru potenciálů motorické jednotky*. Praha: Triton, 1999. 9, 10s. ISBN 80-7254-047-5.
- [29] KADAŇKA, Zdeněk, Stanislav VOHÁŇKA a Josef BEDNAŘÍK. *Praktická elektromyografie: text určen pro postgraduální vzdělávání lékařů*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994. 6s. ISBN 80-7013-181-0.
- [30] VLČKOVÁ, Eva, BEDNAŘÍK, Josef. Současný pohled na kontraindikace a komplikace elektromyografie. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. Praha: Ambit Media, a. s., 2017, č. 1, 43 – 48s. ISSN: 1802-4041
- [31] OH, Shin J. *Clinical electromyography: Nerve Conduction Studies*. 3th edition. Pennsylvania: LWW, 2002. 31-33s. ISBN 13: 978-0781736817
- [32] AMBLER, Zdeněk, BEDNAŘÍK, Josef. Myopatie – základní charakteristika, klasifikace a perspektivy. *Neurologie pro praxi*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2004, č. 3, 135, 136s. ISSN: 1803-5280

- [33] JELÍNEK, Jan, ZICHÁČEK, Vladimír. *Biologie pro gymnázia*. Vyd. 9. Olomouc: Olomouc, 2007. 255, 256, 277, 278s. ISBN: 978-80-7182-213-4
- [34] FOŘT, Petr. *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha: Grada, 2004. 34 – 36s. ISBN 80-247-1057-9.
- [35] HOLFORD, Patrick. *Klíč k dobré náladě: deset ověřených způsobů, jak si zlepšit náladu a najít motivaci*. Olomouc: ANAG, 2013. 93 – 101s. ISBN 978-80-7263-830-7.
- [38] SKOLNIK, Heidi a Andrea CHERNUS. *Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček*. Překlad: Šárka Kociánová. Praha: Grada, 2011. 10 – 68s. ISBN 978-80-247-3847-5.
- [39] MUCHOVÁ, Miroslava. Botulotoxin A v léčbě dětské obrny. *Pediatric pro praxi*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2011, roč. 12, č. 3, 194 – 198s. ISSN: 1803-5264
- [40] STEIDL, Ladislav. Tetanický syndrom v interní praxi, jeho obsah, diagnóza a léčba z hlediska metabolismu magnezia. *Interní medicína*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2002, č. 3, 113 – 118s. ISSN: 1803-5256
- [41] HRABINEC, Jiří. *Tělesná výchova na 2. stupni základní školy*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2017. 90s. ISBN 978-80-246-3625-2.
- [42] KLEINER, Susan M., GREENWOOD-ROBINSON, Maggie. *Fitness výživa: Power Eating program*. 2. vyd. Přeložila Daniela STACKEOVÁ. Praha: Grada, 2015. 169,170s. ISBN 978-80-247-5289-1.
- [43] PAPEŽOVÁ, Hana, ed. *Spektrum poruch příjmu potravy: interdisciplinární přístup*. Praha: Grada, 2010. 129, 130s. ISBN 978-8024724256.
- [46] CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada, 2016. 182 – 190s. ISBN 978-80-247-5326-3.

Internetové zdroje

- [10] *VIII. Vegetativní nervový systém a jeho poruchy, krátkodobý a dlouhodobý stres* [online]. [cit. 23. 11. 2018]. Dostupné z: <<http://patfyz.cz/viii/>>.
- [11] *E-learningová podpora mezioborové integrace výuky tématu vědomí na UP Olomouc* [online]. [cit. 1. 9. 2018]. Dostupné z: <<http://pfyziolmysl.upol.cz>>.
- [36] *NeuroSky. Body and Mind. Quantified*. [online]. [cit. 2. 4. 2019]. Dostupné z: <<https://store.neurosky.com/>>.
- [37] *Herbal Store* [online]. [cit. 5. 3. 2019]. Dostupné z: <<https://www.herbal-store.cz>>.

[44] ŠLÉGR, Jan. *Stavba jednoduchého EKG/EMG zesilovače*. [online]. [cit. 20. 4. 2019]. Dostupné z: <<http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/slegrja1/ekg/>>.

[45] JERMÁŘ, Jakub. *Elektromyografie aneb elektrina v lidském těle* [online]. [cit. 20. 4. 2019]. Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=191/>>.

Další zdroje

[16] ŠKRAŇKOVÁ, Ivana. *Laboratorní cvičení z biofyziky - elektrokardiografie*. Hradec Králové: Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové, 2017. Bakalářská práce

Seznam tabulek

Tabulka 1: Souhrn stanovených cílů pro provedení praktické části diplomové práce	37
Tabulka 2: Časový rozvrh aktivit jednotlivých fází semináře	39
Tabulka 3: Časový rozvrh aktivit.....	51
Tabulka 4: Typy odpovědí na otázku č. 1 vstupního a výstupního testu.....	64
Tabulka 5: Typy odpovědí na otázku č. 2 vstupního a výstupního testu.....	65
Tabulka 6: Typy odpovědí na otázku č. 3 vstupního a výstupního testu.....	66
Tabulka 7: Typy odpovědí na otázku č. 4 vstupního testu	67
Tabulka 8: Typy odpovědí na otázku č. 4 výstupního testu	67
Tabulka 9: Typy odpovědí na otázku č. 5 vstupního a výstupního testu.....	68
Tabulka 10: Typy odpovědí na otázku č. 6 vstupního a výstupního testu.....	69
Tabulka 11 a 12: Typy odpovědí na otázku č. 7 vstupního a výstupního testu	69
Tabulka 13: Typy odpovědí na otázku č. 8 vstupního a výstupního testu.....	70
Tabulka 14: Typy odpovědí na otázku č. 9. A vstupního a výstupního testu.....	71
Tabulka 15: Typy odpovědí na otázku č. 9. B vstupního a výstupního testu	71
Tabulka 16: Typy odpovědí na otázku č. 9. C vstupního a výstupního testu	71
Tabulka 17: Typy odpovědí na otázku č. 9. D vstupního a výstupního testu.....	71
Tabulka 18: Srovnání úspěšnosti žáků v testu vstupním, výstupním a retenčním.	72
Tabulka 19: Zastoupení respondentů dotazníkového šetření č. 1 a 2	73
Tabulka 20: Hodnocení pracovních listů EEG	74
Tabulka 21: Hodnocení EEG semináře	78
Tabulka 22: Hodnocení pracovních listů EMG	80
Tabulka 23: Hodnocení EMG semináře	81
Tabulka 24: Hodnocení demonstračního měření v seminářích	82
Tabulka 25: Návrhy a změny pro další průběh seminářů	83
Tabulka 26: Výsledky expertní evaluace.....	86

Seznam obrázků

Obrázek 1: Směr šíření elektrického vzruchu neuronem.....	12
Obrázek 2: Schematické znázornění uspořádání sarkomery	19
Obrázek 3: Nervosvalová ploténka.....	22
Obrázek 4: Základní mozkové vlny.....	25
Obrázek 5: 10 – 20 systém uspořádání elektrod	26
Obrázek 6: Sumační svalový akční potenciál	34
Obrázek 7: Sousednost událostí výzkumného šetření	37
Obrázek 8: Myšlenková mapa - fáze semináře	39
Obrázek 9: Test: jaká je vaše hladina serotoninu?.....	46
Obrázek 10: Pozice elektrod systému 10-20 v příslušenství Mindwave mobile headset ..	48
Obrázek 11: Ukázka záznamu měření EEG pomocí Mindwave mobile headset	48
Obrázek 12: Myšlenková mapa – fáze semináře	51
Obrázek 13: Ruffierova zkouška	58
Obrázek 14: Ukázka získaného grafického záznamu svalové aktivity.....	59

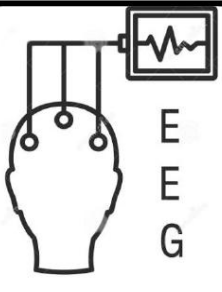
Seznam grafů

Graf 1: Zhodnocení semináře EEG z hlediska podpory poznatků z řádných hodin.....	74
Graf 2: Zhodnocení rozsahu exponovaných informací o principu EEG a zásadách prevence v řádných hodinách biologie	75
Graf 3: Množství získané inspirace o zdraví svého mozku během semináře EEG	75
Graf 4: Hodnocení prezentace využité v EEG semináři	77
Graf 5: Zájem žáků o další podobný seminář	77
Graf 6: Zhodnocení semináře EMG z hlediska podpory poznatků z řádných hodin.....	79
Graf 7: Zhodnocení rozsahu exponovaných informací o principu EMG a zásadách prevence v řádných hodinách biologie	80
Graf 8: Hodnocení prezentace využité v EMG semináři	81
Graf 9: Hodnocení míry porozumění principů EEG a EMG	84
Graf 10: Hodnocení možnosti využití získaných informací ze seminářů v praktickém životě.....	85
Graf 11: Výsledky sledování úrovně znalostí žáků v čase.....	89

Seznam příloh

- Příloha 1: Pracovní listy Elektroencefalografie
- Příloha 2: Ukázka vyplněného pracovního listu
- Příloha 3: Prezentace Elektromyografie
- Příloha 4: Obrazová příloha (EEG)
- Příloha 5: Ukázka vyplněné obrazové přílohy
- Příloha 6: Řešení pracovních listů Elektroencefalografie
- Příloha 7: Pracovní listy Elektromyografie
- Příloha 8: Ukázka vyplněného pracovního listu
- Příloha 9: Prezentace Elektromyografie
- Příloha 10: Obrazová příloha (EMG)
- Příloha 11: Ukázka vyplněné obrazové přílohy
- Příloha 12: Řešení pracovních listů Elektromyografie
- Příloha 13: Řešení obrazových příloh (EEG + EMG)
- Příloha 14: Zadání vstupního, výstupního a retenčního testu
- Příloha 15: Ukázka vyplněného výstupního testu
- Příloha 16: Dotazník 1
- Příloha 17: Dotazník 2
- Příloha 18: Dotazník expertní evaluace
- Příloha 19: Článek Electroencephalography as a motivational factor in laboratory exercises in biophysics

Příloha 1

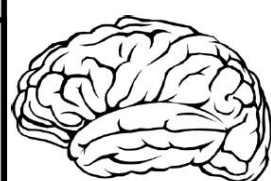


**E
E
G**

Datum: _____ Jméno: _____

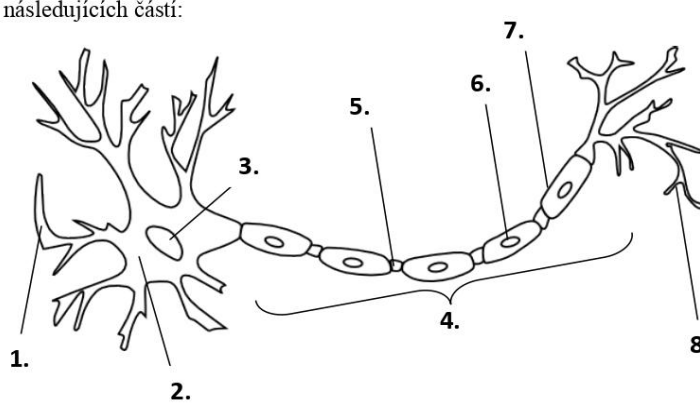
PRACOVNÍ LISTY

Elektroencefalografie



➤ **Doplň vynechaná místa v následujícím textu a popiš obrázek.**

Základní funkční a histologickou jednotkou nervové tkáně je....., který se skládá z následujících částí:



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

Přenos nervového vzruchu se uskutečňuje pomocí tzv.....Toto spojení je tvořenočástí (terminální axon neuronu obsahující váčky s.....),štěrbinou a postsynaptickou částí (.....druhého neuronu). Mezi povrchem a vnitřkem neuronu vzniká (za klidových podmínek).....potenciál (-70 mV), který se depolarizací membrány mění v.....potenciál (+40 mV), šířící se dále neuronem. Po proběhnutí vzruchu je rozložení náboje obnoveno a dochází kna počáteční hodnotu -70 mV.

➤ **Seřaď následující děje tak, aby správně doplnily výše uvedený text.**

H vylití neurotransmiteru do synaptické štěrbině

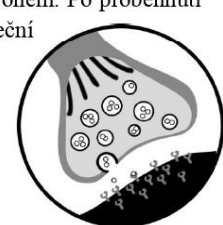
R otevření Ca^{2+} kanálů

M navázání neurotransmiteru na receptory membrány druhého neuronu

I vznik a šíření AP druhým neuronem

A výtok Ca^{2+} iontů do buňky

B šíření AP do oblasti terminálního axonu



Výsledek -> _____

Poznámky:

1

MOZKOVÉ NUTRIENTY (SMART DRUGS)

! serotonin !

➤ Jakou mají mozkové nutriety funkci?

➤ **Mozková onemocnění: dle popisu pojmenuj onemocnění a charakterizuj příčiny.**

A. „Viděl jsem dvojitě, náhle mě začala strašně bolet hlava, pozvracel jsem se z toho. Mravenčila mě polovina těla. Bylo to hrozně. Prý mi také klesl koutek.“

B. „Najednou se zahleděl před sebe, vůbec nereagoval na můj kontakt, potom spadl na zem, oči měl obrácené v sloup, celý se trásl a začala mu vytékat pění z úst...“

C. „Původně jsem myslel, že mám jen obyčejnou chřipku. Měl jsem horečku, bolela mě hlava, zvracel jsem. Potom jsem ale začal mít poruchy vědomí, a byl tak poslán na lumbální punkci, kde mi zjistili...“

D. „Najednou jsem se zastavila před metrem a nedokázala do něj vstoupit. Celá stanice na mě začala „padat“ a myslela jsem, že umřu. Byl tu zas ten hrozný strach, bylo mi na omdlení.“

E. „Bolela mě často hlava, okolí mi říkalo, že jsem se hrozně změnila, jako bych to vůbec nebyla já. Změna povahy, častá změna nálad, změna chování. Po CT vyšetření bylo jasné, proč...“

A.

příčiny:

B.

příčiny:

C.

příčiny:

D.

příčiny:

E.

příčiny:

2

➤ **Elektroencefalografie: doplň následující text.**

Jedná se o neinvazivní vyšetření, které poskytuje záznam elektrické aktivity.....nervové soustavy. Tímto grafickým záznamem jsou , které registrují.....umístěné na povrchu hlavy. Přístroj, který měří EEG, se nazývá....., a kromě elektrod zahrnuje zesilovač a procesor. Lze využítzapojení elektrod nebo.....zapojení. Před vyšetřením je na pokožku hlavy aplikován....., který slouží jako vodivé prostředí elektrod. Během měření se pro kvalitnější záznam používají.....metody, které zahrnují.....



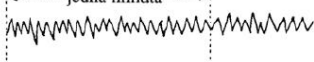



Z jakého důvodu je EEG neinvazivní metoda?

Jak EEG vyšetření probíhá?

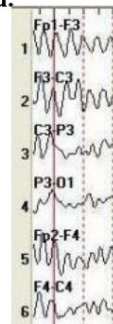
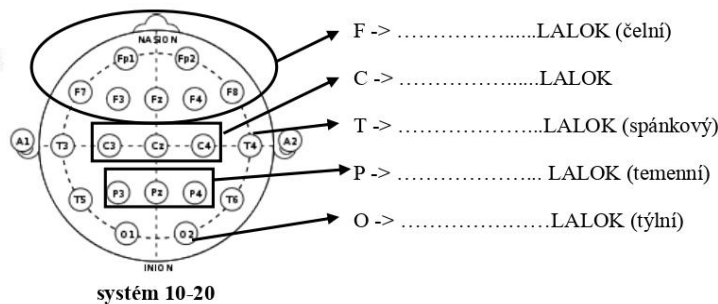
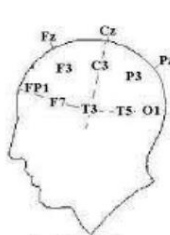
Znáš některé lékařské invazivní vyšetření?

Co způsobuje jeho „invazivnost“?

➤ **Doplň do následující tabulky charakteristiky jednotlivých typů EEG vln.**

	Mozková vlna	Frekvence (Hz)	Amplituda (µV)	Projevy
	Beta			
	Alfa			
	Théta			
	Delta			

➤ **Umístění elektrod na povrchu hlavy: doplň názvy jednotlivých mozkových laloků.**

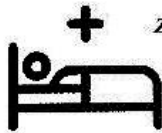


Poznámky:

Příloha 2

Elektroencefalografie: doplň následující text.

Jedná se o neinvazivní vyšetření, které poskytuje záznam elektrické aktivity ^{elektrické} nervové soustavy. Tímto grafickým záznamem jsou EEG ^{signály}, které registrují ^{aktivitu} umístěné na povrchu hlavy. Přístroj, který měří EEG, se nazývá ^{elektroencefalograf}, a kromě elektrod zahrnuje zesilovač a procesor. Lze využít ^{klasické} zapojení elektrod nebo ^{moderní} zapojení. Před vyšetřením je na pokožku hlavy aplikován ^{gel}, který slouží jako vodivé prostředí elektrod. Během měření se pro kvalitnější záznam používají ^{moderní} metody, které zahrnují ^{efektivní a rychlé odstranění mastnoty a kůže, speciální přípravky}.



Z jakého důvodu je EEG neinvazivní metoda?

Jak EEG vyšetření probíhá?

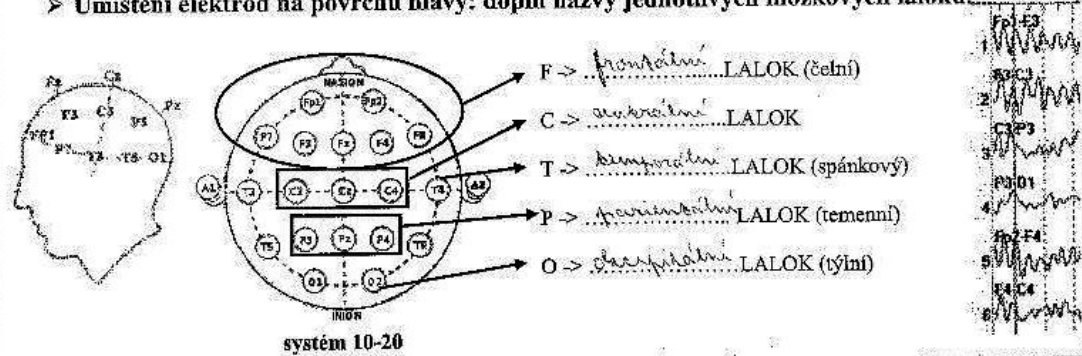
Znáš některé lékařské invazivní vyšetření?

Co způsobuje jeho „invazivnost“?

➤ Doplň do následující tabulky charakteristiky jednotlivých typů EEG vln.

Mozková vlna	Frekvence (Hz)	Amplituda (μV)	Projevy
Beta	14-30	2-20	minimální - fyz. únavnost, zneklidnění
Alfa	8-12	5-100	relaxace, klid
Théta	4-8	5-100	klidová aktivita, spánek
Delta	4	2-200	hluboký spánek, útlum

➤ Umístění elektrod na povrchu hlavy: doplň názvy jednotlivých mozkových laloků.



Poznámky:

Příloha 3

1



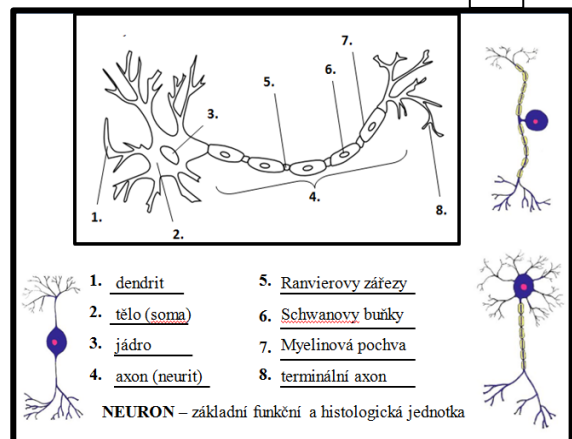
2



3



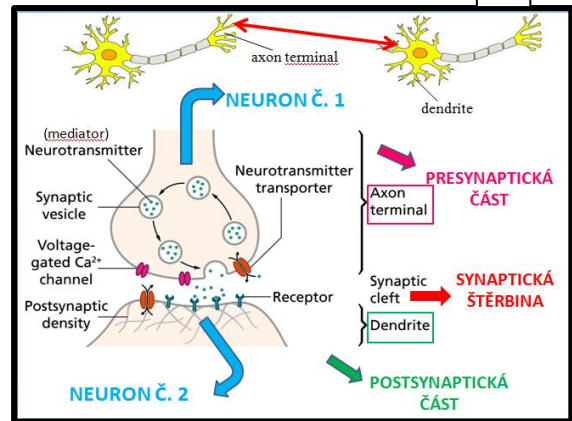
4



5



6



7

8

9

>8g
>po 3 týdnech
pauza
> 1-2 denně

lepší paměť lepší zvládnání stresu
lepší koncentrace
zbavuje depresi
léčí srdce

bacopa drobnolistá

GOTU KOLA

10

HOOC-CCCCC=CCCC=CCCC=CCCC=CCCC-CH₃

eikosapentaenová kyselina

11

OMEGA 3

12

penové bunky tukový pás intermediér lesio atherom fibrózný plát komplikovaná lézia, ruptura plátu, fissura, tromboza

klinicky asymptomatický angina TIA, claudicatio/PAD infarkt myokardu, cievna mozgová príhoda, kritická stenóza

časový priebeh aterosklerózy

13

L-tryptofan L-5-hydroxytryptofan serotonin

Při normální hladině serotoninu jsem:

- ✓ šťastnější
- ✓ klidnější
- ✓ cílenější
- ✓ méně nervózní
- ✓ emocionálně stabilnější
- ✓ ..a taky dobře spím!

TRYPTOFAN

14

Nedostatek serotoninu má na svědomí:

- > nedostatek světla
- > nedostatek pohybu
- > přemíra stresu
- > nedostatek tryptofanu
- > nedostatek esenciálních mastných kyselin
- > nedostatek katalyzujících vitamínů
- > nedostatek testosteronu / estrogeneru

15

ZDROJE VITAMÍNU B6 ZDROJE VITAMÍNU B12 ZDROJE VITAMÍNU B5

B6 **B12** **B5**

ZDROJE VITAMÍNU B1 ZDROJE VITAMÍNU B2 ZDROJE VITAMÍNU B3

B1 **B2** **B3**

B komplex

16

ŽENŠEN

GINKGO BILOBA

LECITIN

✓ podpora tvorby acetylcholinu
✓ snižuje obsah cholesterolu v krvi

acetyl-L-karnitin

17



Příčiny: ateroskleróza -> kouření, vysoké množství cukru a tuku v potravě, nedostatek pohybu = nezdravý životní styl!

CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA VĚTŠINOU NENÍ DĚDIČNÁ!

18

EPILEPSIE

26. března  epilepsie awareness



Příčiny:

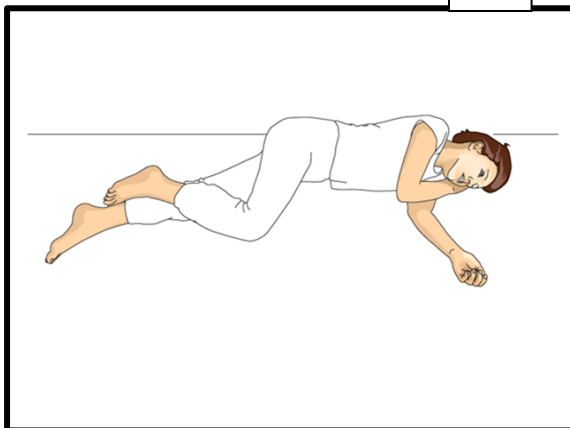
- > úraz hlavy (jízda na kole s helmou!)
- > mrtvice
- > užívání návykových látek, alkohol
- > nedostatek spánku, přetěžování se
- > genetika

První pomoc při epileptickém záchvatu:

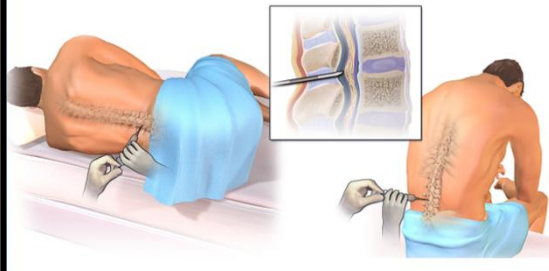
- > odstraň z přítomnosti nemocného všechny nebezpečné předměty
- > polož mu měkkou podložku hlavu, aby si jí při křečích neporanil
- > uvolni těsný oděv okolo krku
- > po záchvatu můžeš nemocného položit do stabilizované polohy 
- > volej 155!

Nikdy nebraň křečím, nenarovnávej končetiny apod., nikdy se nesaz vyndat jazyk, aby si jej neporanil, nikdy nekřísíš vodou nebo proplesknutím

19



20



lumbální punkce

21



BRAIN TUMOR

Headache, Nausea, Vomiting, Vision Problems, Speech Difficulty, Hearing Difficulty, Weakness in Arms and Legs, Confusion, Balance Difficulty, Seizures, Neurological Exam, MRI (Magnetic resonance imaging)


22

NEUROFIBROMATÓZA



23


CAREER STEPS



ELEKTROENCEFALOGRAFIE

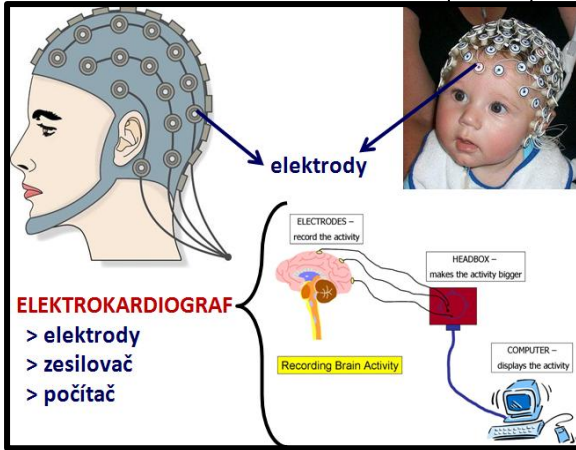
24

Elektroencefalogram

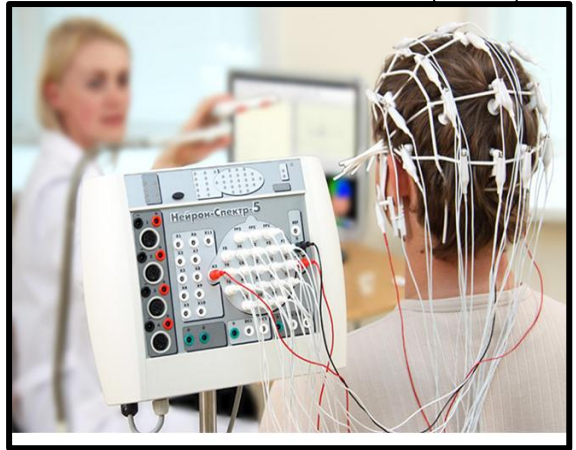


EEG vlny

26



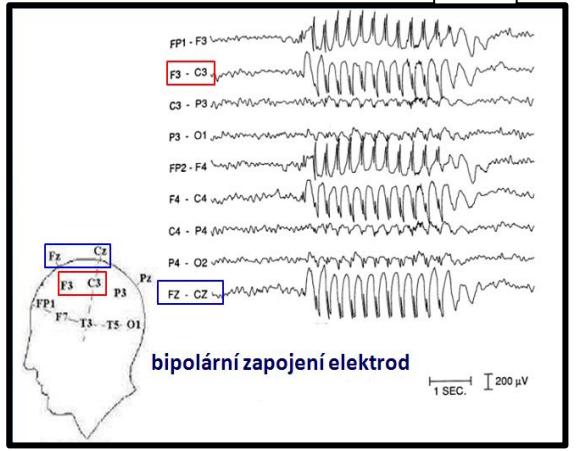
27



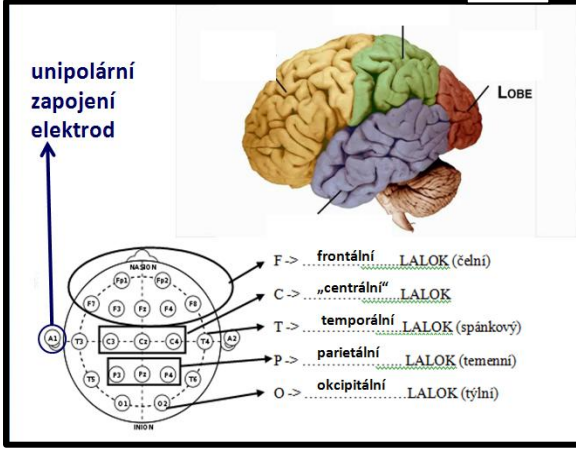
28



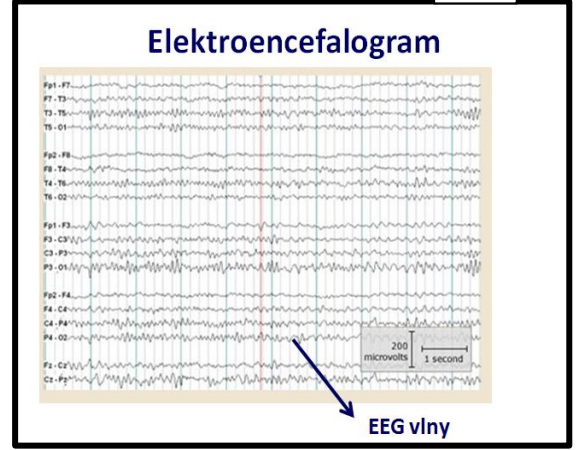
29



30



31



32

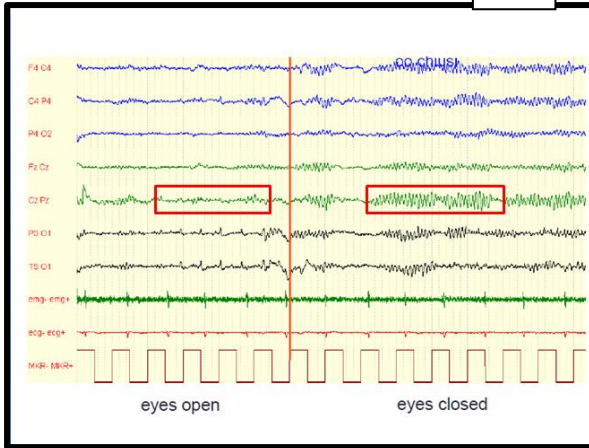
Mozková vlna	Frekvence (Hz)	Amplituda (μV)	Projevy
Beta	14 – 30	2-20	mentální a fyzická činnost, otevřené oči
Alfa	8 – 12	5-100	relaxace, klid, zavřené oči
Théta	4 – 8	5-100	hluboké uvolnění, ospalost, spánek
Delta	4	2-200	hluboký spánek, bezvědomí

Co je to frekvence? Co je to amplituda?

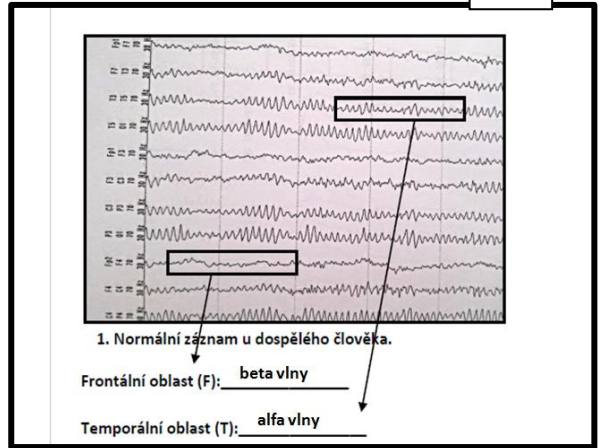
33



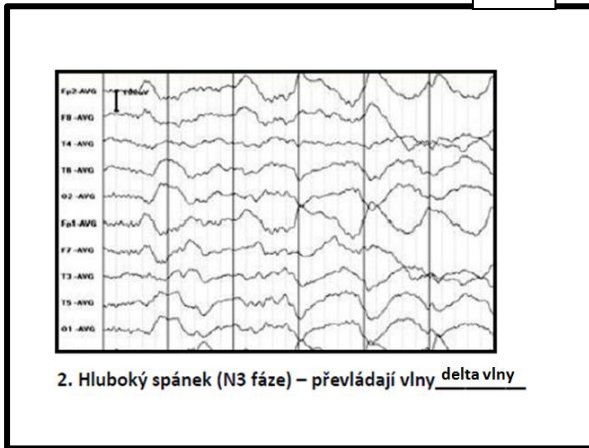
34



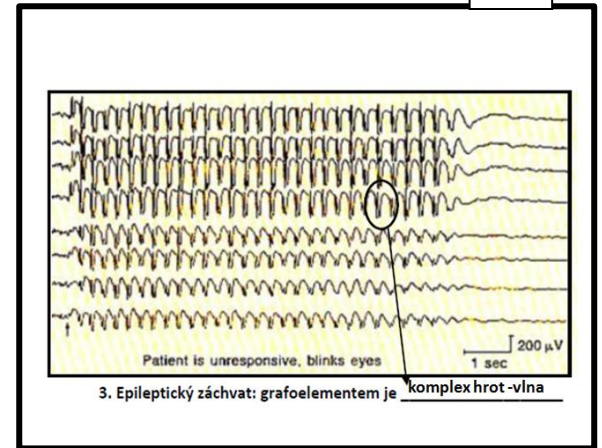
35



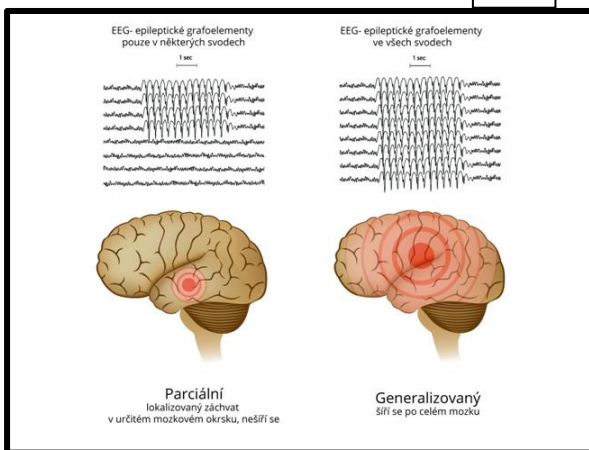
36



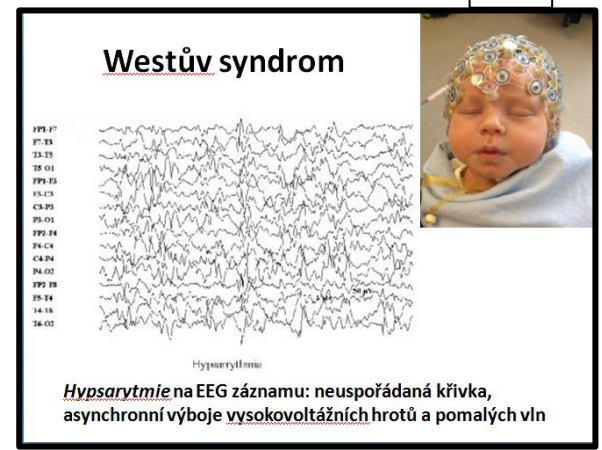
37



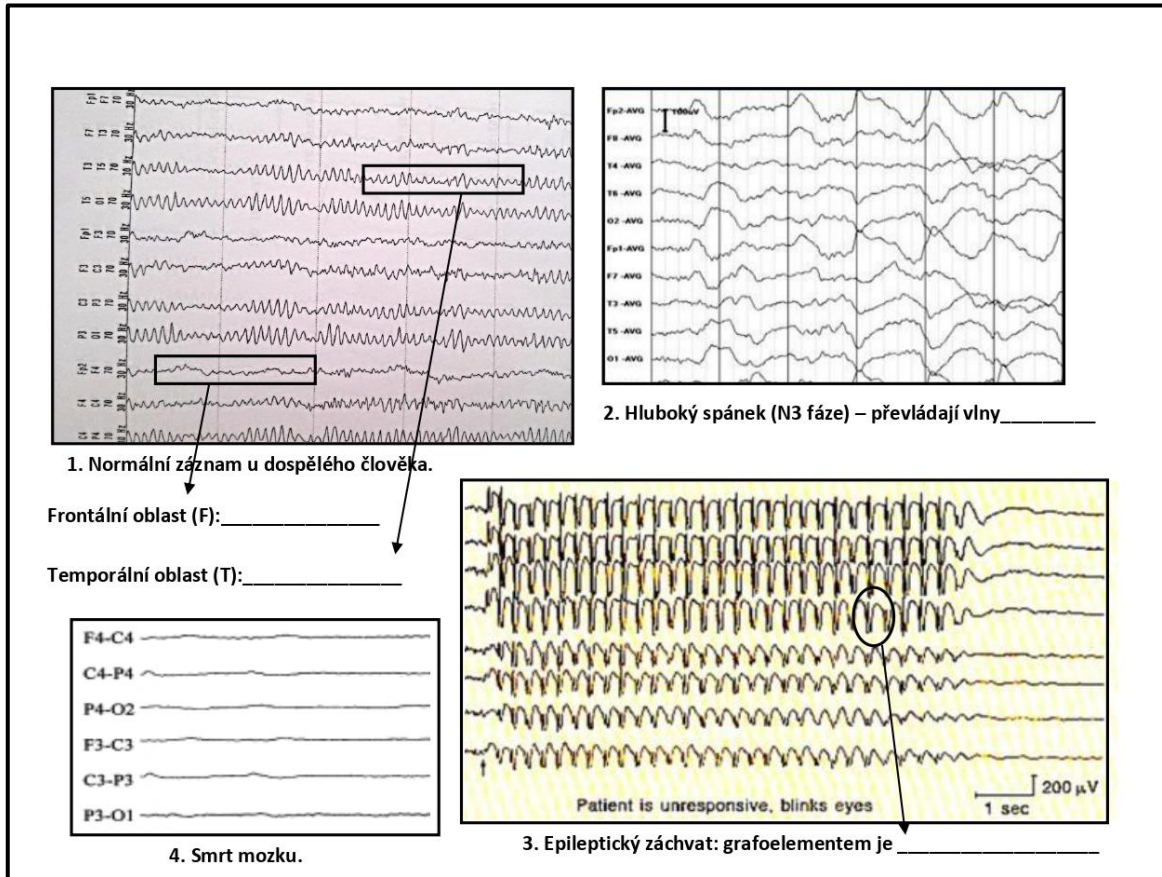
38



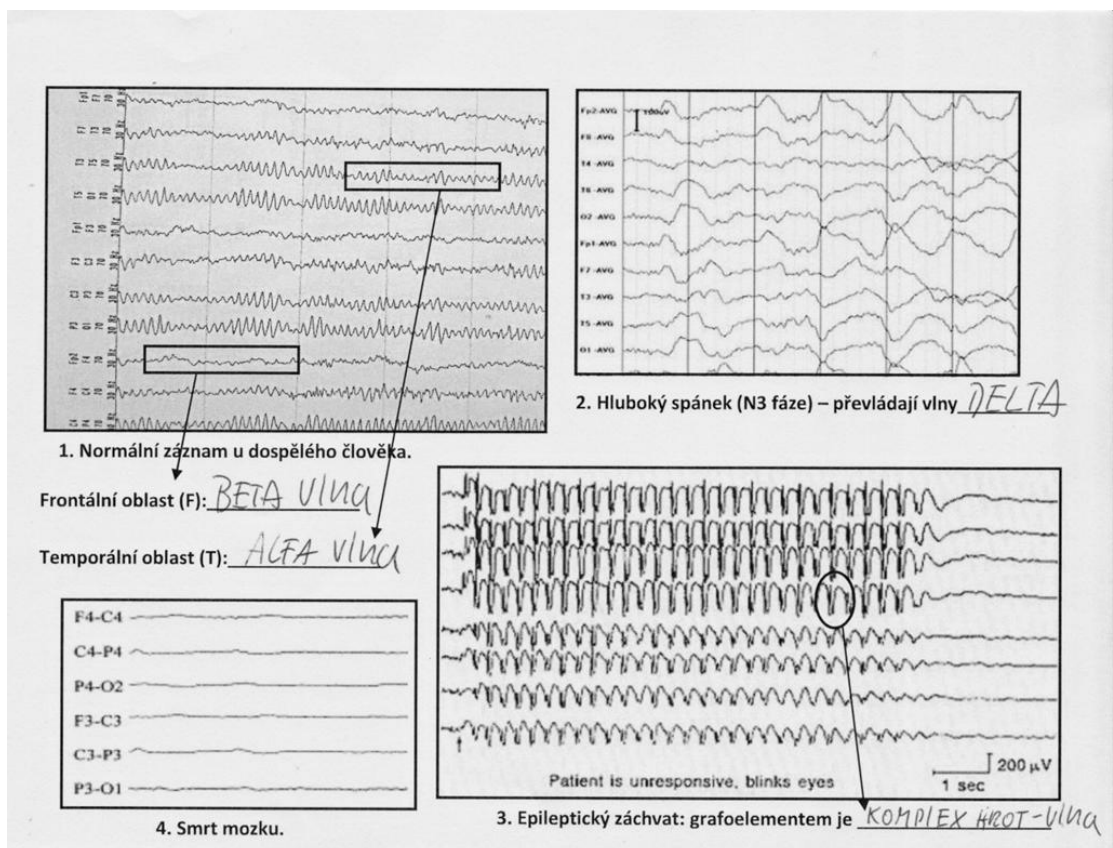
39

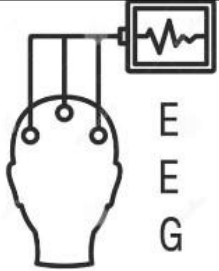
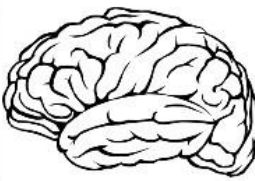
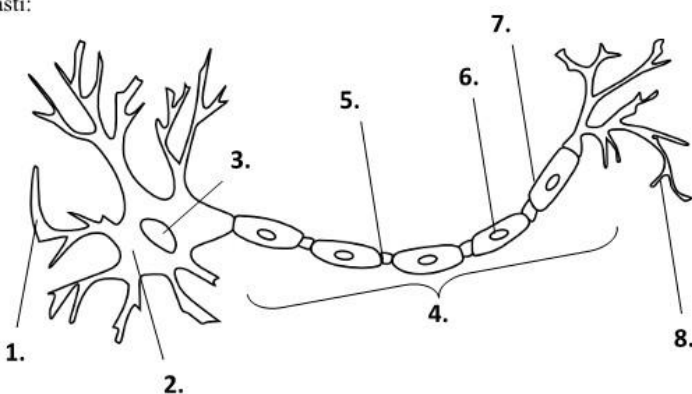
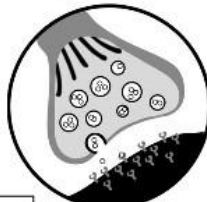


Příloha 4



Příloha 5



 <p style="font-size: 2em; margin: 0;">E E G</p>	<p>Datum: _____ Jméno: _____</p> <h2 style="margin: 0;">PRACOVNÍ LISTY</h2> <h3 style="margin: 0;">Elektroencefalografie</h3>							
<p>➤ Doplň vynechaná místa v následujícím textu a popiš obrázek.</p> <p>Základní funkční a histologickou jednotkou nervové tkáně je <u>neuron</u>, který se skládá z následujících částí:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 60%;">  </div> <div style="width: 35%;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>dendrity</u> 2. <u>buněčné tělo (soma)</u> 3. <u>jádro</u> 4. <u>axon</u> 5. <u>Ranvierovy zářezy</u> 6. <u>Schwannovy buňky</u> 7. <u>myelinová pochva</u> 8. <u>terminální axon</u> </div> </div> <p>Přenos nervového vzruchu se uskutečňuje pomocí tzv. <u>synapse</u>. Toto spojení je tvořeno <u>presynaptickou</u> částí (terminální axon neuronu obsahující váčky s <u>mediátorem</u>), <u>synaptickou</u> štěrbinou a postsynaptickou částí (<u>dendritem</u> druhého neuronu). Mezi povrchem a vnitřkem neuronu vzniká (za klidových podmínek) <u>klidový</u> potenciál (-70 mV), který se depolarizací membrány mění v <u>akční</u> potenciál (+40 mV), šířící se dále neuronem. Po proběhnutí vzruchu je rozložení náboje obnoveno a dochází k <u>repolarizaci</u> na počáteční hodnotu -70 mV.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 65%;"> <p>➤ Seřaď následující děje tak, aby správně doplnily výše uvedený text.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">H</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vylití neurotransmiteru do synaptické štěrbiny</div> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 55%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">otevření Ca²⁺ kanálů</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">R</div> </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">M</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">navázání neurotransmiteru na receptory membrány druhého neuronu</div> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vznik a šíření AP druhým neuronem</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I</div> </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">výtok Ca²⁺ iontů do buňky</div> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">šíření AP do oblasti terminálního axonu</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">B</div> </td> </tr> </table> <p>Výsledek -> <u> </u> <u> </u> <u> </u> <u> </u> <u> </u> <u> </u></p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> </div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">H</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vylití neurotransmiteru do synaptické štěrbiny</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">otevření Ca²⁺ kanálů</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">R</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">M</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">navázání neurotransmiteru na receptory membrány druhého neuronu</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vznik a šíření AP druhým neuronem</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">výtok Ca²⁺ iontů do buňky</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">šíření AP do oblasti terminálního axonu</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">B</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">H</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vylití neurotransmiteru do synaptické štěrbiny</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">otevření Ca²⁺ kanálů</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">R</div>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">M</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">navázání neurotransmiteru na receptory membrány druhého neuronu</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">vznik a šíření AP druhým neuronem</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I</div>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">výtok Ca²⁺ iontů do buňky</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">šíření AP do oblasti terminálního axonu</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">B</div>							
<p>Poznámky:</p> <p>Zde do volného prostoru si student může zaznamenat informace, pro které v pracovním listu již nenašel místo, např. podrobnosti o mozkových nutrientech, které ho zaujmou, atd...</p>								
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">I</div>								

HO-C(=O)-[CH2-CH=CH]n-CH2-CH=CH-CH3 (n=3)

Chemical structure of Tryptophan: Cc1c[nH]c2ccccc12C(C)C(N)C(=O)O

MOZKOVÉ NUTRIENTY (SMART DRUGS) → **! serotonin !**

Studenti mohou zapisovat jen názvy, nebo některé další informace, které chtějí zaznamenat...

➤ **Jakou mají mozkové nutriety funkci?**
ovlivňují výživu a činnost neuronů, zlepšují mozkovou činnost, posilují koncentraci a paměť, doplňují hladinu neurotransmiterů, zbavují depresi, zpomalují proces stárnutí

➤ **Mozková onemocnění: dle popisu pojmenuj onemocnění a charakterizuj příčiny.**

A. „Viděl jsem dvojité, náhle mě začala strašně bolet hlava, pozvracel jsem se z toho. Mravenčila mě polovina těla. Bylo to hrozné. Prý mi také klesl koutek.“

B. „Najednou se zahleděl před sebe, vůbec nereagoval na můj kontakt, potom spadl na zem, oči měl obrácené v sloup, celý se třásl a začala mu vytékat pěna z úst...“

C. „Původně jsem myslel, že mám jen obyčejnou chřipku. Měl jsem horečku, bolela mě hlava, zvracel jsem. Potom jsem ale začal mít poruchy vědomí, a byl tak poslán na lumbální punkci, kde mi zjistili...“

D. „Najednou jsem se zastavila před metrem a nedokázala do něj vstoupit. Celá stanice na mě začala „padat“ a myslela jsem, že umřu. Byl tu zas ten hrozný strach, bylo mi na omdlení.“

E. „Bolela mě často hlava, okolí mi říkalo, že jsem se hrozně změnila, jako bych to vůbec nebyla já. Změna povahy, častá změna nálad, změna chování. Po CT vyšetření bylo jasné, proč...“

A. CMP (mrtvice)	B. EPILEPSIE	C. ENCEFALITIDA	D. PANICKÁ PORUCHA	E. NÁDOR
příčiny:	příčiny:	příčiny:	příčiny:	příčiny:
<ul style="list-style-type: none"> > ateroskleróza > nezdravý životní styl > kouření > mnoho tuku v potravě > nedostatek nohvbu 	<ul style="list-style-type: none"> > úraz hlavy > mrtvice > návykové látky, alkohol > nedostatek spánku > přetěžování se 	<ul style="list-style-type: none"> > virus klíšť'ové encefalitidy (klíště obecné) > herpes simplex virus > virus chřipky > bakterie meningokoka 	<ul style="list-style-type: none"> > nedostatek serotoninu > genetické predispozice > stresové situace 	<ul style="list-style-type: none"> > ionizující záření > neurofibromatóza

2

➤ **Elektroencefalografie: doplň následující text.**

Jedná se o neinvazivní vyšetření, které poskytuje záznam elektrické aktivity centrální nervové soustavy. Tímto grafickým záznamem jsou EEG vlny, které registrují elektrody umístěné na povrchu hlavy. Přístroj, který měří EEG, se nazývá elektroencefalograf, a kromě elektrod zahrnuje zesilovač a procesor. Lze využít bipolární zapojení elektrod nebo unipolární zapojení. Před vyšetřením je na pokožku hlavy aplikován gel, který slouží jako vodivé prostředí elektrod. Během měření se pro kvalitnější záznam používají aktivační metody, které zahrnují otevření a zavření očí, fotostimulace stroboskopem, hypoventilace nosem a ústy, spánková deprivace a spánek 20-30 min., pacient vyzíván k jednotlivým úkonům aktivačních metod, nutno mít umyté nelakované a neogelované vlasy,...



Z jakého důvodu je EEG neinvazivní metoda?

Vyšetření nebolestivé, pro pacienta nezatěžující, nástroje vyšetření nepronikají do organismu

Co způsobuje jeho „invazivnost“? nástroje vyšetření pronikají do organismu, poškozují pacienta

Znáš některé lékařské invazivní vyšetření?

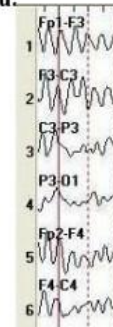
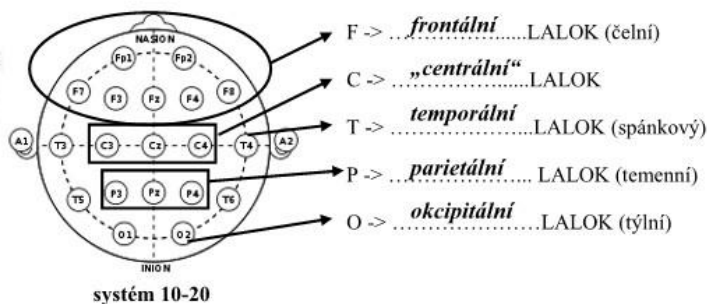
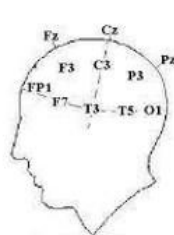
jehlová EMG, laparoskopie, biopsie

Jak EEG vyšetření probíhá?

➤ **Doplň do následující tabulky charakteristiky jednotlivých typů EEG vln.**

Mozková vlna	Frekvence (Hz)	Amplituda (µV)	Projevy
Beta	14 – 30	2 – 20	mentální a fyzická, činnost, otevřené oči
Alfa	8 – 12	5 – 100	relaxace, klid, zavřené oči
Théta	4 – 8	5 – 100	hluboké uvolnění, ospalost, spánek
Delta	1 – 4	2 - 200	hluboký spánek, bezvědomí

➤ **Umístění elektrod na povrchu hlavy: doplň názvy jednotlivých mozkových laloků.**



Poznámky:

Jméno: _____






Datum: _____



➤ Vyber a zakroužkuj, zdali jsou tvrzení pravdivá (ANO) či nepravdivá (NE).

- a) Periferní nervová soustava se skládá z míchy, nervů mozkomíšních a vegetativních. ANO - NE
- b) Nervy mozkomíšní rozeznáváme motorické a nervy senzitivní. ANO - NE
- c) Nervy motorické (neboli eferentní) vedou informaci ze smyslových orgánů do CNS. ANO - NE
- d) Funkcí nervosvalové ploténky je přenos vzruchu z neuronu na vlákno hladkého svalu. ANO - NE
- e) Hladké svalstvo nacházíme v děloze, močovém měchýři, cévách či žaludku. ANO - NE
- f) Kosterní svalstvo je na rozdíl od svalu hladkého a srdečního ovládáno vůlí. ANO - NE

➤ Kosterní svaly obsahují dva typy svalových vláken. Doplň jejich příslušné charakteristiky.

	ČERVENÁ (typ I)	BÍLÁ (typ II)
 systém aerobní / anaerobní		
 intenzita svalové práce		
 vytrvalost svalové práce		
 obsah myoglobinu		
 typ sportu		



Co mohu udělat pro to, aby mé tělo využívalo efektivněji vhodná svalová vlákna?

A jak moc jsem tělesně zdatný?

---> Ruffierova zkouška

...POHYB JAKO LÉK!

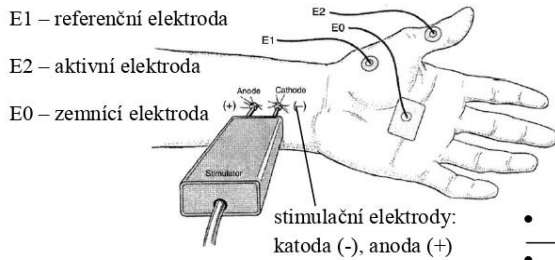
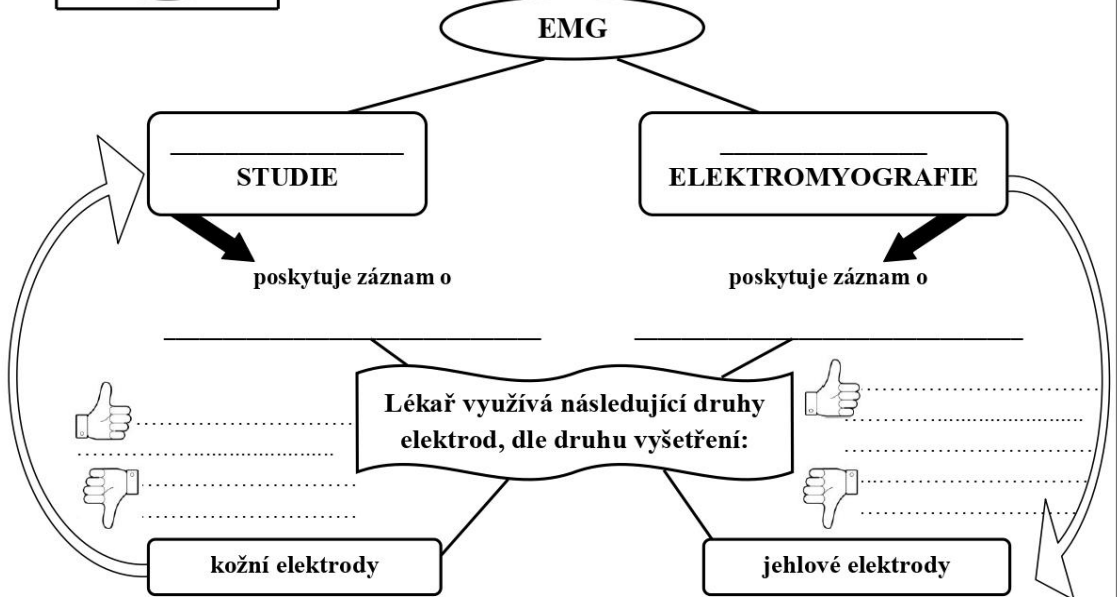
Poznámky:



VYŠETŘENÍ EMG



Elektromyografie je vyšetření stavu *periferního nervového systému* a *kosterního svalstva*. EMG je souhrnné označení využívaných elektrofyziologických metod.



Kontraindikace

využití stimulace

využití jehlové elektrod

•	•
•	•
•	•

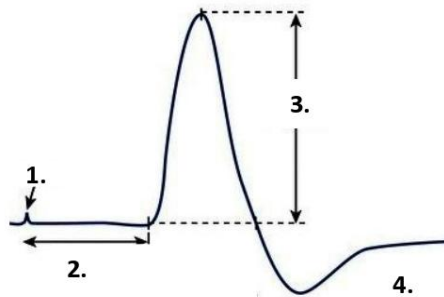


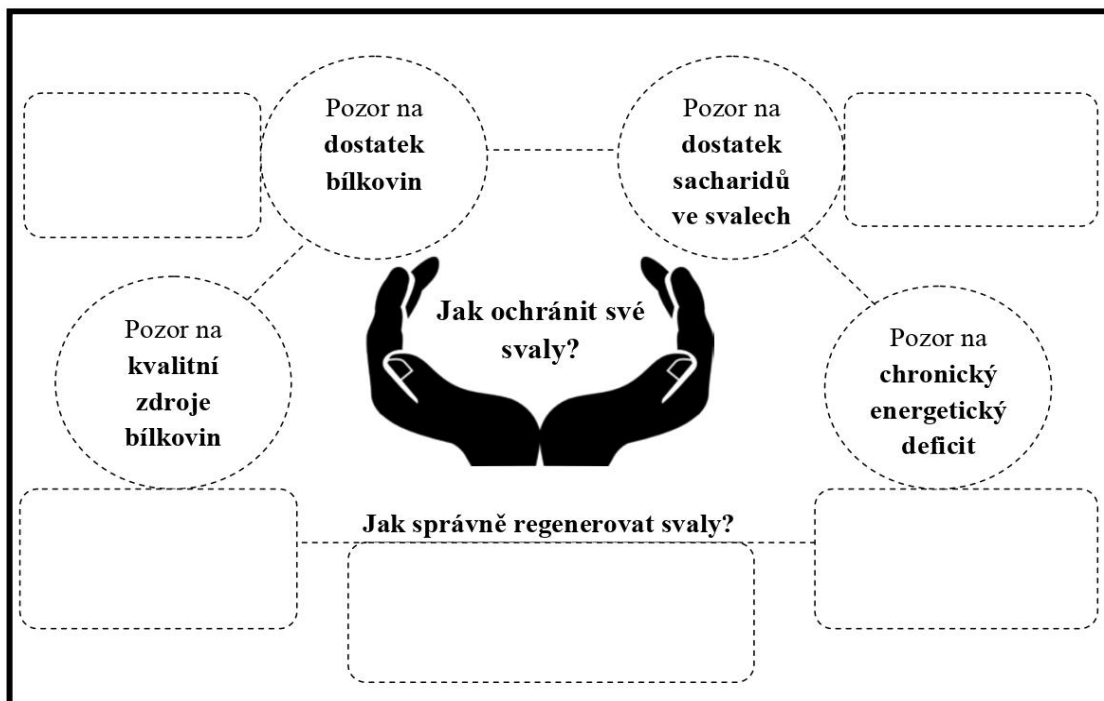
**Jak vyšetření probíhá?
Kdo mě na něj může doporučit?**

EMG vyšetření probíhá na základě speciálního přístroje. Výsledkem měření jsou charakteristické vlny, které zobrazují _____.

Výsledkem měření je křivka s hodnocenými parametry:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____





Hormonální regulace svalové hmoty



KATABOLICKÉ HORMONY

- 1.
 - 2.
 - 3.
- Jakou mají funkci?

ANABOLICKÉ HORMONY

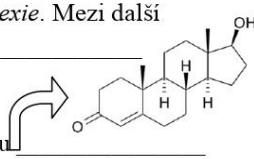
- 1.
 - 2.
 - 3.
- Jakou mají funkci?

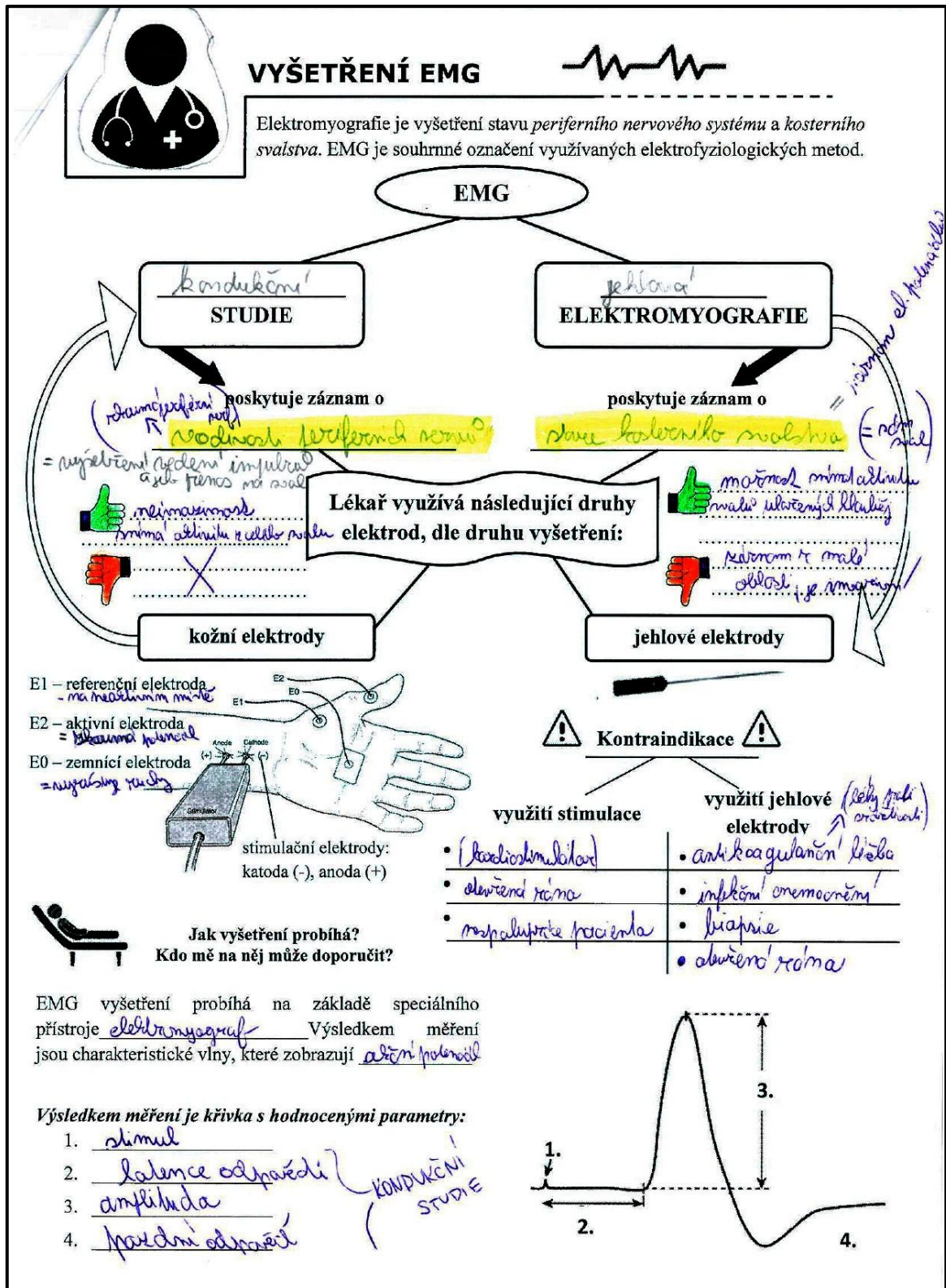
Nadměrné zneužívání anabolických steroidů je příznakem duševní poruchy zvané _____ (**bigorexie**). Bývá považována za *opak anorexie*. Mezi další příznaky se řadí: _____



Cesta za vysněnou postavou může končit smrtí!

ANABOLICKÉ STEROIDY

- jsou to synteticky vytvořené deriváty mužského hormonu 
- účinky: _____
- negativní vedlejší účinky: _____
- dělí se na dvě skupiny: _____ a _____, které jsou aplikovány přímo do svalu (stehno, hýždě)
- jedná se o drogy!

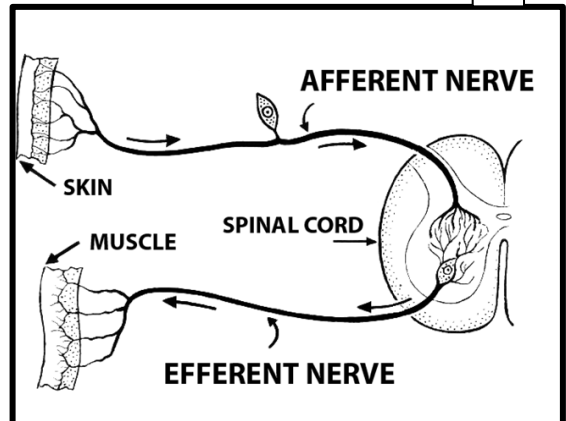


Příloha 9

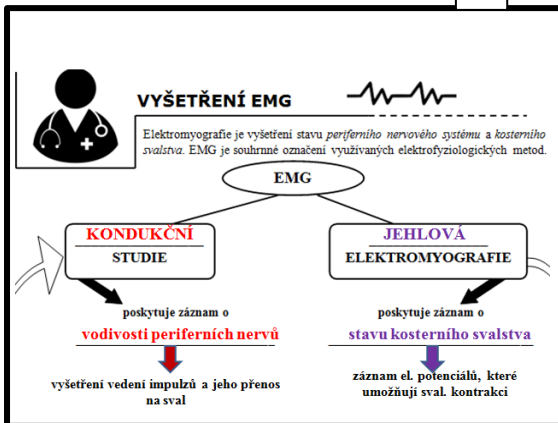
1



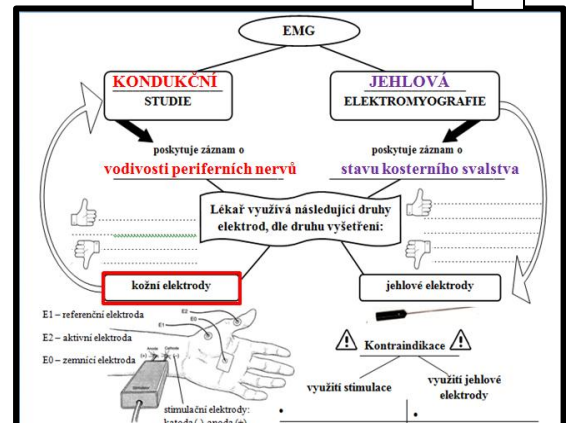
2



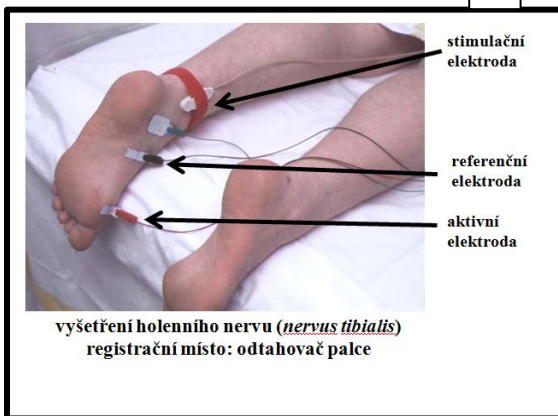
3



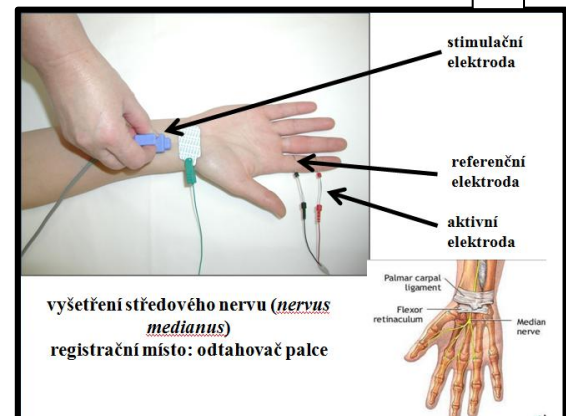
4



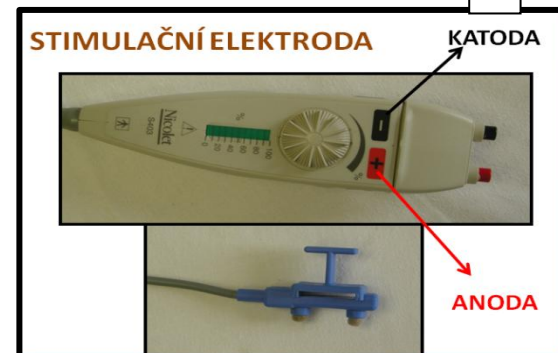
5



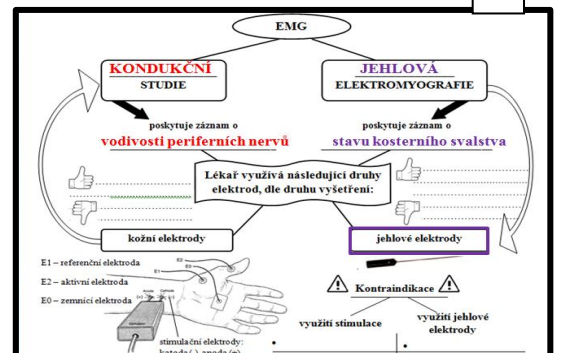
6



7



8



9

KONCENTRICKÁ JEHLOVÁ ELEKTRODA



Vyšetřující lékař orientuje umístění jehel pomocí charakteru zvuku z reproduktoru

11

Kondukční studie s jehlovou elektrodou...?



13

⚠ Kontraindikace ⚠

využití stimulace

- (kardiostimulátor)
- otevřená rána
- nespolupráce pacienta



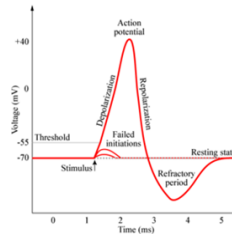
využití jehlové elektrody

- antikoagulační léčba
- infekční onemocnění
- biopsie
- kožní defekt v místě

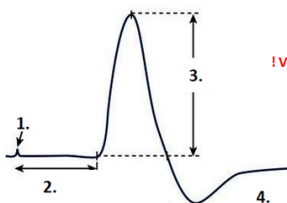


15

Výsledkem měření jsou vlny, které zobrazují **AKČNÍ POTENCIÁL** **sumační akční potenciál (CMAP, SNAP)**

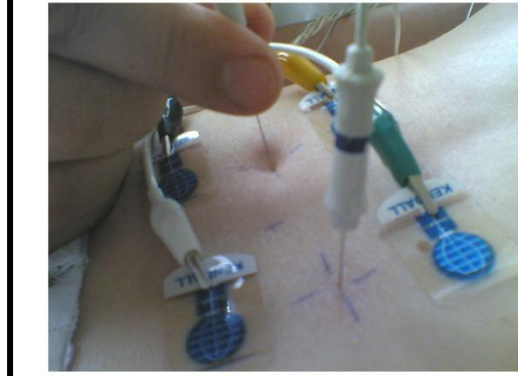


! V případě kondukčních studií !



1. STIMUL
2. LATENCE ODPOVĚDI
3. AMPLITUDA
4. POZDNÍ ODPOVĚĚ

10



12

KONDUKČNÍ STUDIE

- thumbs up: neinvazivnost, snímána aktivita z celého svalu
- thumbs down: /



JEHLOVÁ EMG

- thumbs up: možnost snímát aktivitu svalů uložených hlouběji
- thumbs down: záznam z malé oblasti svalů, invazivnost

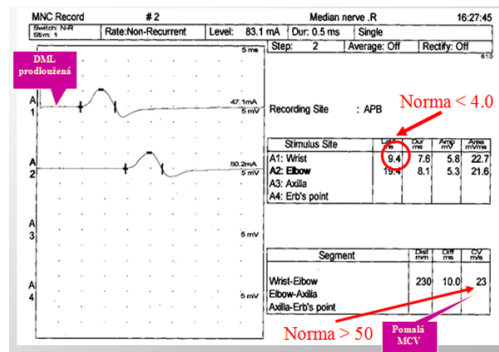


14

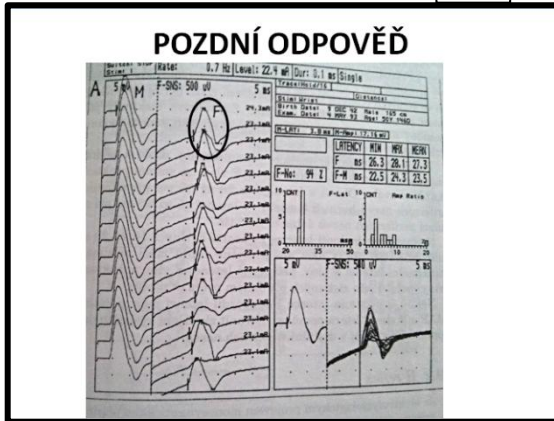
ELEKTROMYOGRAF



16

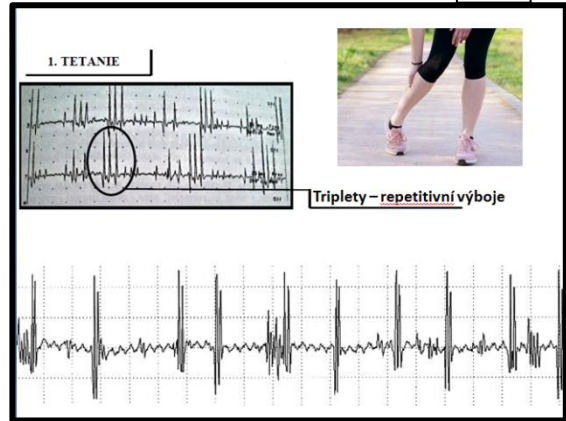


17



19

18



20

POTRAVINY BOHATÉ NA HORČÍK

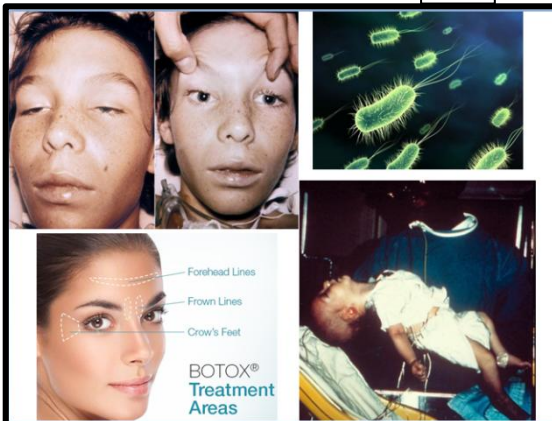


21

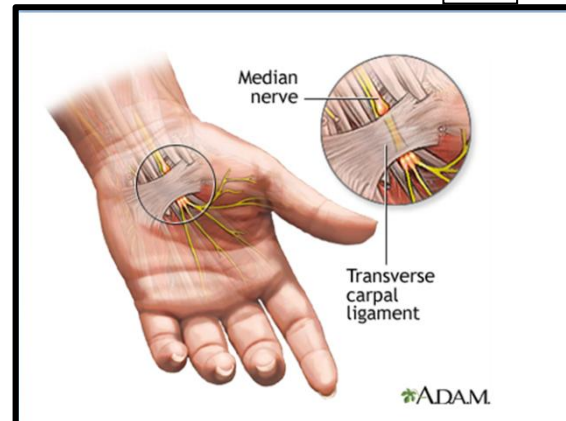
TETANUS



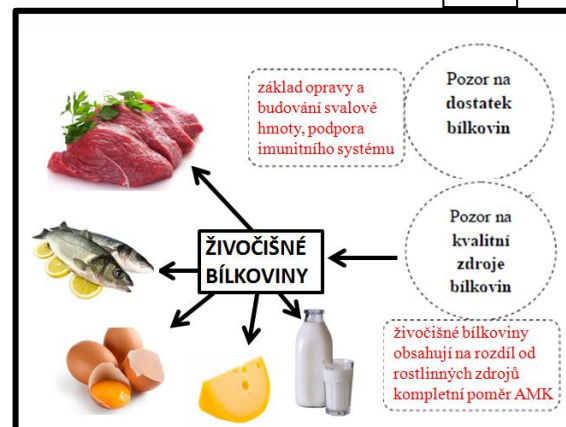
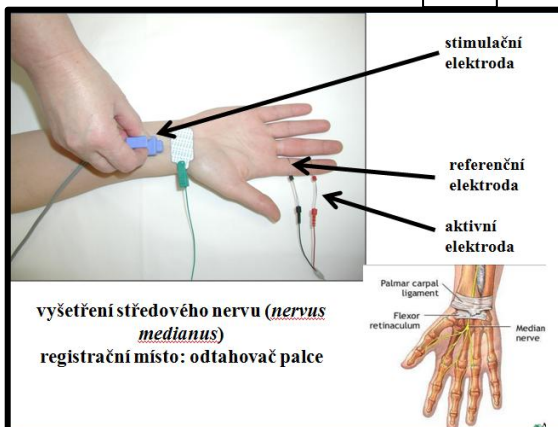
22



23



24



25

ROSTLINNÉ BÍLKOVINY

základ opravy a budování svalové hmoty, podpora imunitního systému

Pozor na dostatek bílkovin

Pozor na kvalitní zdroje bílkovin

živočišné bílkoviny obsahují na rozdíl od rostlinných zdrojů kompletní poměr AMK

27

Pozor na chronický energetický deficit

> když jsem „přejezený, ale podvyživený“
> způsobuje nutričně chudá strava

29

ANOREXIE **BIGOREXIE**
Adonisův komplex
svalová dysmorfie

31

26

Pozor na dostatek sacharidů ve svalectech

sacharidy jsou zdrojem energie pro svaly, a brání před poškozením svalů během cvičení

GLYKOGEN

JEDNODUCHÉ SACHARIDY **SLOŽENÉ SACHARIDY**

28

Hormonální regulace svalové hmoty

KATABOLICKÉ HORMONY

1. kortizol
2. glukagon
3. adrenalin

Jakou mají funkci?

napomáhají odbourání svalové tkáně

ANABOLICKÉ HORMONY

1. somatostatin
2. inzulin
3. testosteron

Jakou mají funkci?

napomáhají budování svalové hmoty

30

PŘÍZNAKY:

- > zcela neúměrné cvičení
- > v posilovně pohyb především před zrcadlem
- > cvičení pouze kvůli vzhledu, ne pro potěšení
- > depresivní a trvalé pocity nevyhovujícího vzhledu
- > přísné bílkovinné, nízkotučné diety
- > velké množství potravinových doplňků
- > nebezpečné metody pro zhubnutí

...jaké mohou být důsledky?
...a jak to řešit?

32

ANABOLICKÉ STEROIDY – deriváty testosteronu

ÚČINKY

- nadměrná tvorba bílkovin v těle
- regenerační účinek
- vyšší vytrvalost, regenerace, výkon

...ALE!

33



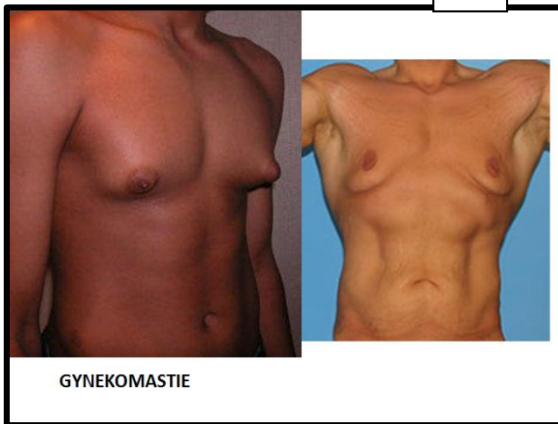
AKNÉ

34



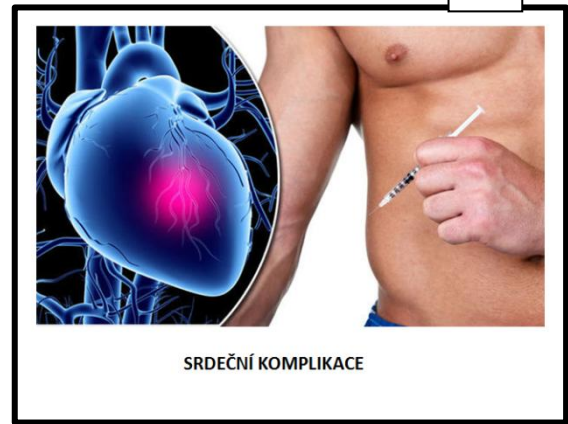
IMPOTENCE

35



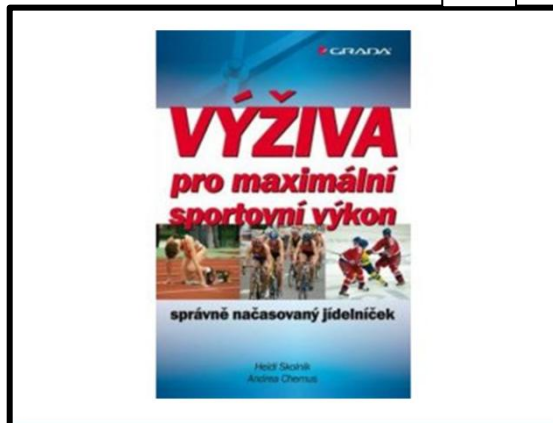
GYNEKOMASTIE

36




SRDEČNÍ KOMPLIKACE

38

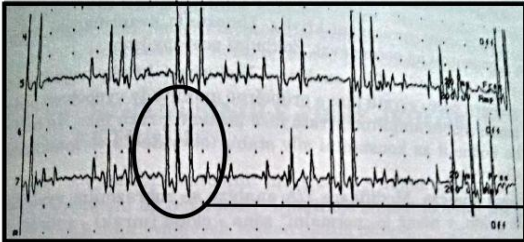



Příloha 10



VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ SVALSTVA

1. TETANIE





porodnická ruka

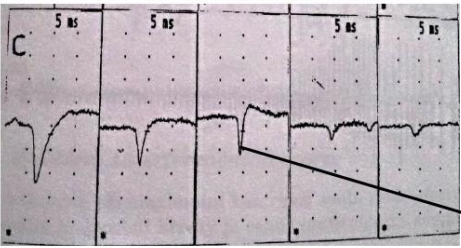
-> stav zvýšené dráždivosti nervosvalového ústrojí

Jaké jsou projevy?

Jaké jsou příčiny?

Čím se liší tetanie od tetanu?

2. BOTULISMUS



-> intoxikace botulotoxinem s následnou blokací nervosvalové ploténky

Jaké jsou projevy?


Jaké jsou příčiny?

Je botulotoxin v každém případě škodlivý?

tvary pozitivních ostrých vln

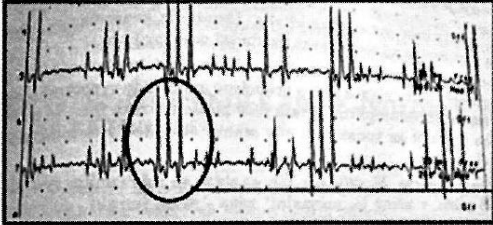
Další onemocnění: syndrom karpálního tunelu, dědičné myopatie (svalová dystrofie), získané myopatie


Příloha 11



VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ SVALSTVA

1. TETANIE





porodnická ruka

-> stav zvýšené dráždivosti nervosvalového ústrojí

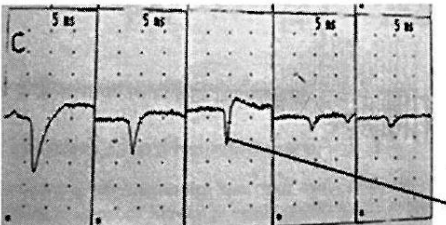
Jaké jsou projevy? *Cvili, brnění, malou, nohou, svalův; svalová křeče, zácpa, svaly, svaly, svaly*

Jaké jsou příčiny? *nepravidelné, svaly, svaly*

Čím se liší tetanie od tetanu? *Botulismus = volná onemocnění*

triple-repetitivní vlny

2. BOTULISMUS



-> intoxikace botulotoxinem s následnou blokací nervosvalové ploténky - *postupně do značné míry*

Jaké jsou projevy? *nevolnost, vřeslav, svaly, svaly, svaly*

Jaké jsou příčiny? *Botulismus, svaly, svaly, svaly*


Je botulotoxin v každém případě škodlivý? *Ne, pokud v době svalové - svalové svaly*

tvary pozitivních ostrých vln *symptomy + neurochemie*

Krvom. jazyka, svaly

Další onemocnění: syndrom karpálního tunelu, dědičné myopatie (svalová dystrofie), získané myopatie

Jméno: _____ Datum: _____



EMG

Elektromyografie

➤ Vyber a zakroužkuj, zdali jsou tvrzení pravdivá (ANO) či nepravdivá (NE).

a) Periferní nervová soustava se skládá z míchy, nervů mozkomíšních a vegetativních. ANO - NE

b) Nervy mozkomíšní rozeznáváme motorické a nervy senzitivní. ANO - NE




c) Nervy motorické (neboli eferentní) vedou informaci ze smyslových orgánů do CNS. ANO - NE


d) Funkcí nervosvalové ploténky je přenos vzruchu z neuronu na vlákno hladkého svalu. ANO - NE

e) Hladké svalstvo nacházíme v děloze, močovém měchýři, cévách či žaludku. ANO - NE

f) Kosterní svalstvo je na rozdíl od svalu hladkého a srdečního ovládáno vůlí. ANO - NE

➤ Kosterní svaly obsahují dva typy svalových vláken. Doplň jejich příslušné charakteristiky.

	ČERVENÁ (typ I)	BÍLÁ (typ II)	
	systém aerobní / anaerobní	<i>aerobní</i>	<i>anaerobní</i>
	intenzita svalové práce	<i>nižší intenzita</i>	<i>vyšší intenzita</i>
	vytrvalost svalové práce	<i>vytrvalostní zátěž</i>	<i>rychlostní výkon</i>
	obsah myoglobinu	<i>vysoký</i>	<i>nízký</i>
	typ sportu	<i>maraton, plavání na 1500 m</i>	<i>sprint, fotbal, basket, šerm, gymnastika</i> <i>box 50:50 (typ I : typ II)</i>

 Co mohu udělat pro to, aby mé tělo využívalo efektivněji vhodná svalová vlákna?

A jak moc jsem tělesně zdatný?
---> *Ruffierova zkouška*

...POHYB JAKO LÉK!

Poznámky:

Zde do volného prostoru si student může zaznamenat informace, pro které v pracovním listu již nenašel místo, např. vpravo uvedené...

kondiční cvičení pomáhá vytrénovat tělo k tomu, aby dokázalo efektivněji využívat vhodná svalová vlákna, cvičení také podporuje schopnost svalů uložit více glykogenu

předpoklad úspěchu v jednotlivých sportovních disciplínách se usuzuje na základě podílu typů vláken v těle – důvod, proč všem nemůže jít vše ☺

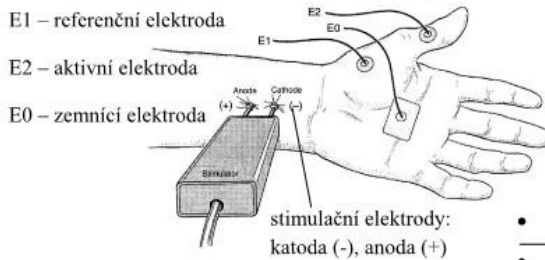
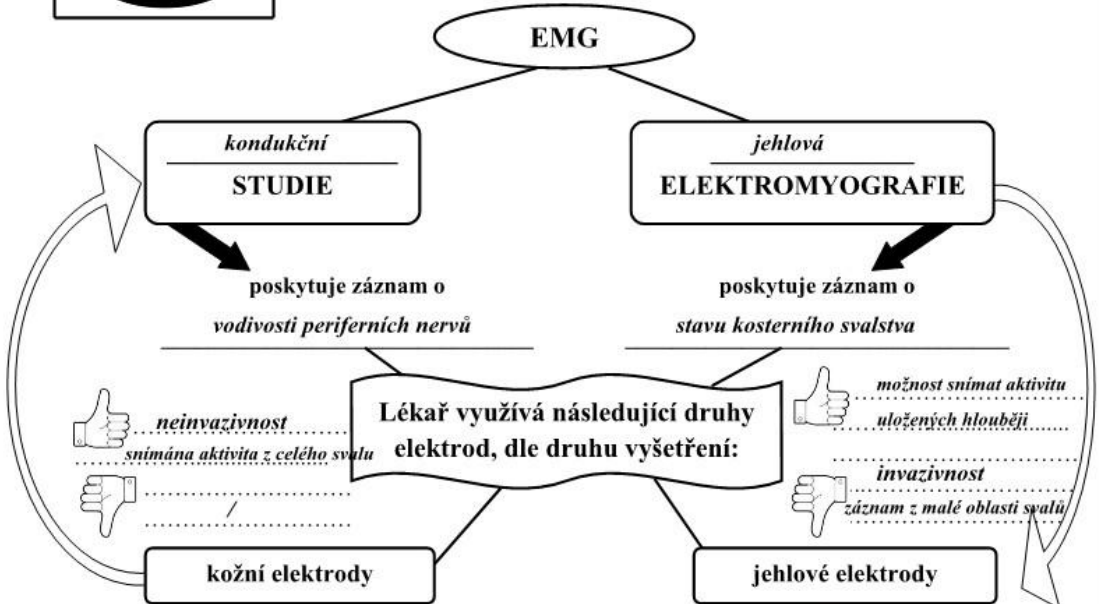
1



VYŠETŘENÍ EMG



Elektromyografie je vyšetření stavu *periferního nervového systému* a *kosterního svalstva*. EMG je souhrnné označení využívaných elektrofyziologických metod.



Kontraindikace

využití stimulace

- *kardiostimulátor*
- *otevřená rána*
- *nespolupráce pacienta*

využití jehlové elektrody

- *antikoagulační léčba*
- *infekční onemocnění*
- *biopsie*
- *kožní defekt*

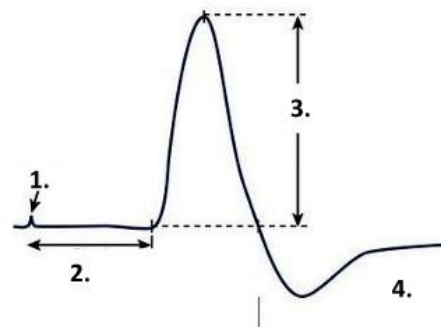


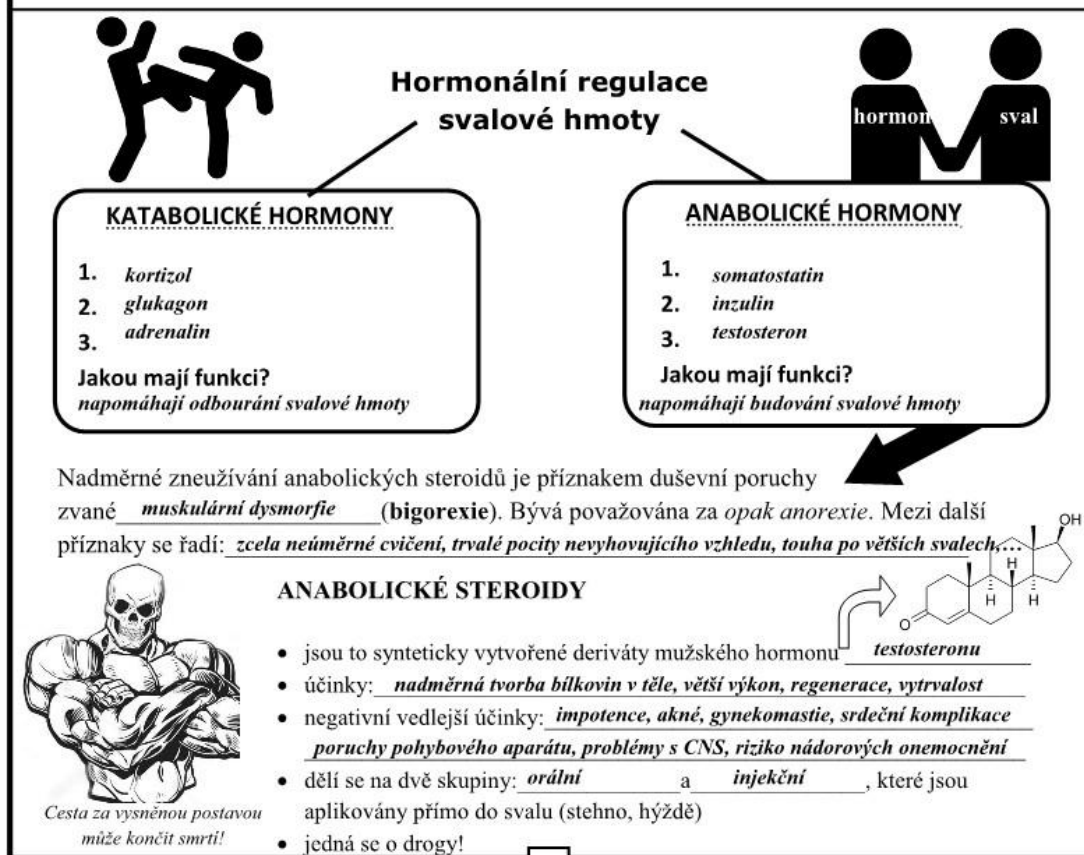
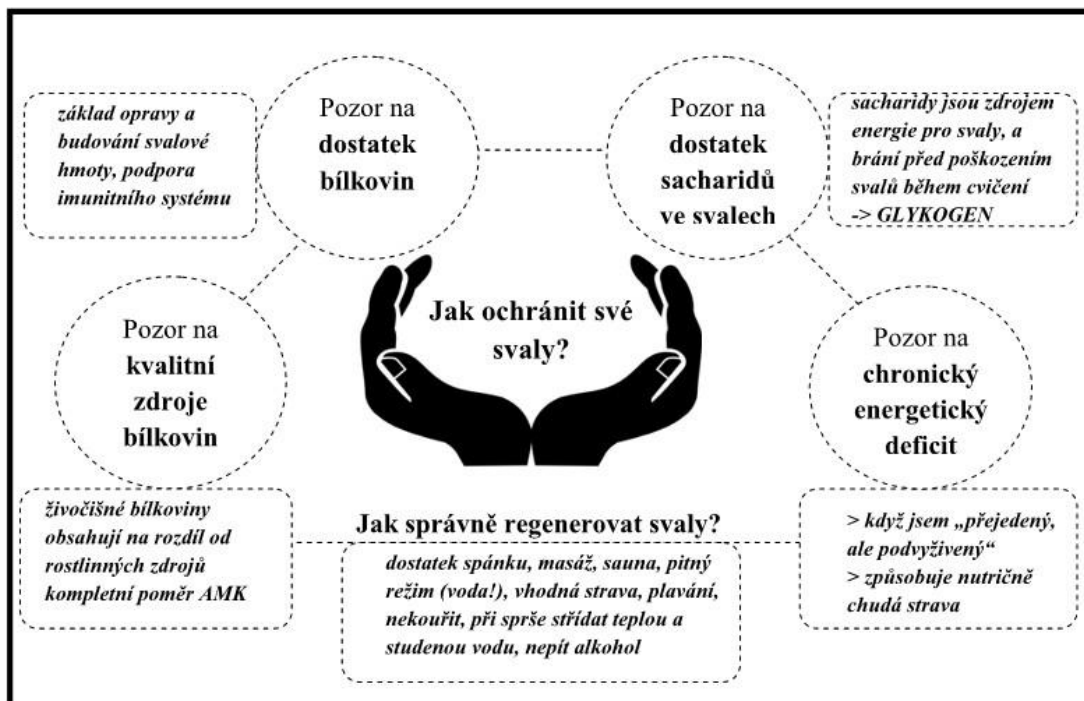
Jak vyšetření probíhá?
Kdo mě na něj může doporučit?

EMG vyšetření probíhá na základě speciálního přístroje **elektromyografu**. Výsledkem měření jsou charakteristické vlny, které zobrazují **akční potenciál**.

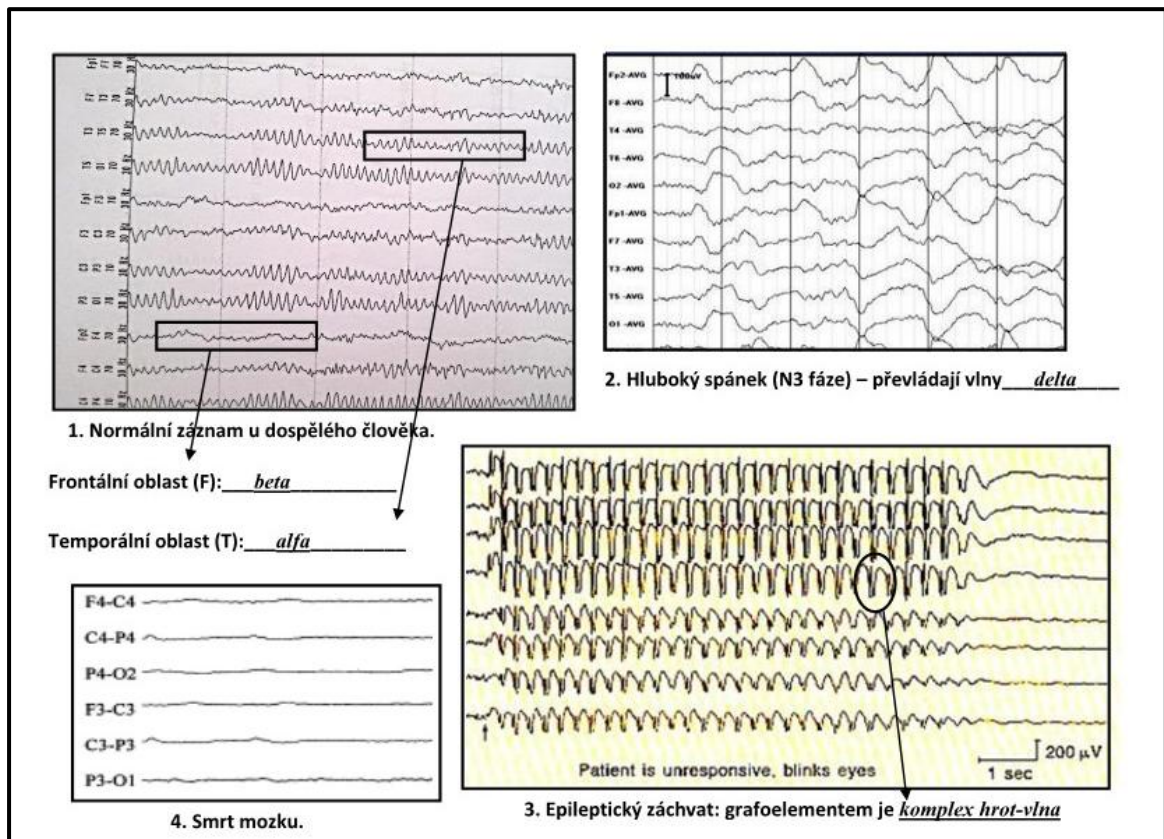
Výsledkem měření je křivka s hodnocenými parametry:

1. stimul
2. latence odpovědi
3. amplituda
4. pozdní odpověď





Příloha 13

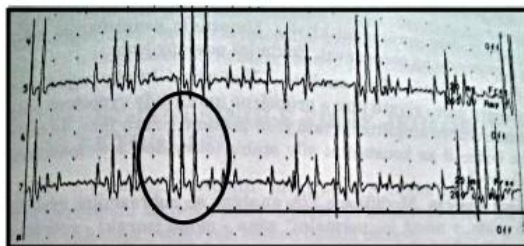


VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ SVALSTVA

1. TETANIE



porodnická ruka



-> stav zvýšené dráždivosti nervosvalového ústrojí

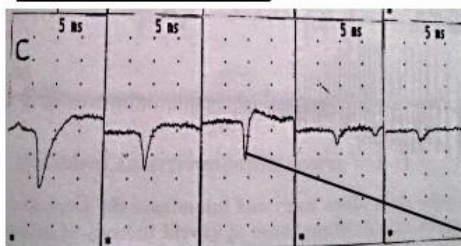
Jaké jsou projevy? *křeče v končetinách, dýchací problémy, mravenčení, noční křeče lýtek*

Jaké jsou příčiny? *nedostatek Ca, Mg, vitamínu D*

Čím se liší tetanie od tetanu? *tetanus je bakteriální infekce, kterou lze získat z půdy přes poraněnou kůži*

Tripletty – repetitivní výboje

2. BOTULISMUS



-> intoxikace botulotoxinem s následnou blokáci

nervosvalové ploténky

Jaké jsou projevy? *postupná obrna svalů, neschopnost zvednutí víček, průjem, zácpa, zvracení, porucha polykání*

Jaké jsou příčiny? *bakterie Clostridium botulinum*

Je botulotoxin v každém případě škodlivý? Ne, ve správné koncentraci se využívá v plastické chirurgie, při léčbě dětské mozkové obrny, léčba chronických bolestí hlavy,...

tvary pozitivních ostrých vln

Další onemocnění: syndrom karpálního tunelu, dědičné myopatie (svalová dystrofie), získané myopatie

Příloha 14

žena - muž

datum: 9. 4. 2019

věk:

retenční test

1. EMG je souhrnné označení těchto lékařských vyšetření: _____
2. Jaké negativní důsledky má užívání steroidů? _____
3. Jak bys pomohl epileptikovi během jeho záchvatu? _____
4. Jaké jsou účinky (2) tzv. chytrých drog? Vyjmenuj zástupce (2): _____
5. Jaké typy elektrod se využívají při EMG vyšetření? _____
6. Která aminokyselina je důležitá pro duševní zdraví? Který klíčový produkt z ní v těle vzniká? _____
7. Co je to bigorexie? _____
8. „Měl bys občas zvýšit aktivitu svých alfa vln.“ Co je tím míněno? _____
9. Rozhodni, zda souhlasíš (ANO) či nesouhlasíš (NE) s následujícími tvrzeními:

A. Nejhodnotnější bílkoviny nalezneme v rostlinných zdrojích.	ANO – NE	B. Delta vlny dosahují nejnižší frekvence.	ANO – NE
C. K mrtvici dochází primárně vlivem genetických faktorů.	ANO – NE	D. EEG a EMG jsou neinvazivní vyšetření.	ANO – NE

Příloha 15

žena - <u>muž</u>	datum: 5. 3. 2019 ^{105/105}	věk: 18	výstupní test
1. EMG je souhrnné označení těchto lékařských vyšetření: <u>romantika, studje, il. blood e. h. / 10. 11. 12. 13. 14. 15.</u>			
2. Jaké negativní důsledky má užívání steroidů? <u>impotence, porucha spánku, snížení chuti k jídlu</u> 15.			
3. Jak bys pomohl epileptikovi během jeho záchvatu? <u>odstranit nebezpečné předměty z okolí, upravit si dýchací cesty</u>			
4. Jaké jsou účinky (2) tzv. chytrých drog? Vyjmenuj zástupce (2): <u>podpora tvorby nových nervových spojení, lepší náladu</u> →			
5. Jaké typy elektrod se využívají při EMG vyšetření? <u>1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.</u>			
6. Která aminokyselina je důležitá pro duševní zdraví? Který klíčový produkt z ní v těle vzniká? <u>tryptofan / serotonin</u> 15			
7. Co je to bigorexie? <u>1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.</u>			
8. „Měl bys občas zvýšit aktivitu svých alfa vln.“ Co je tím míněno? <u>Vlh lidat se</u> 15.			
9. Zakroužkuj ANO nebo NE na následující tvrzení:			
A. Nejhodnotnější bílkoviny nalezneme v rostlinných zdrojích.	ANO – <u>NE</u>	B. Delta vlny dosahují nejnižší frekvence.	ANO – <u>NE</u>
C. K mrtvici dochází primárně vlivem genetických faktorů.	ANO – <u>NE</u>	D. EEG a EMG jsou neinvazivní vyšetření.	ANO – <u>NE</u>

Příloha 17

žena - muž

věk:

datum: 5. 3. 2019

DOTAZNÍK REFLEKTUJÍCÍ ÚČAST NA SEMINÁŘI TÝKAJÍCÍ SE PROBLEMATIKY EMG

1. Podpořila tvoje účast na semináři teoretické poznatky o svalové soustavě z řádných hodin biologie?

- a) rozhodně ano b) spíše ano c) spíše ne d) rozhodně ne

2. V jaké míře se problematika principu vyšetření svalů, příčin onemocnění a možnosti prevence probírá v rámci kapitol svalové soustavy ve výukách, které jsi absolvoval/a?

- a) vůbec c) tak akorát e) nedokážu odpovědět
b) málo d) až moc

Pokud jsi odpověděl/a *vůbec* nebo *málo*, měl/a bys zájem o obohacení výuk o tato témata?

- a) rozhodně ano b) spíše ano c) spíše ne d) rozhodně ne

3. Uděl známku (jako ve škole: 1-5) následujícím aspektům pracovních listů:

vzhled: součinnost s výkladem: rozmanitost úloh:

Pokud máš návrh pro zlepšení, uveď jej:

4. Odpověz na následující otázky dle svého názoru:

Motivovala tě prezentace, kterou vyučující využila, k větší pozornosti během semináře? **ANO - NE**

Pomohla ti prezentace, kterou vyučující využila, k lepšímu pochopení dané problematiky? **ANO - NE**

5. Z tvého pohledu byl seminář na téma EMG, kterého ses zúčastnil/a:

zajímavý	1	2	3	4	5	nezajímavý
náročností vyhovující	1	2	3	4	5	nevyhovující
pochopitelný	1	2	3	4	5	zmatečný
užitečný	1	2	3	4	5	zbytečný
získané informace byly nové	1	2	3	4	5	žádné nové informace jsem nezískal

Pokud ti náročnost nevyhovovala, vyber, jaký byl důvod: moc náročné - moc snadné

6. Demonstrační biofyzikální měření mozkové a svalové aktivity za pomoci techniky, které bylo provedeno v seminářích, hodnotíš jako: *(lze zaškrtnout více odpovědí)*

- a) názorné b) zajímavé c) zbytečné d) nezajímavé

7. Pokud bys mohl upravit náplň seminářů, kterých ses zúčastnil, o která témata bys chtěl seminář obohatit? *(lze zaškrtnout více odpovědí)*

- a) Detailnější výklad o principu vyšetření a čtení EEG/EMG záznamu.
b) Bohatší výčet onemocnění nervové či svalové soustavy, a jejich charakteristika.
c) Více praktických informací, které tě inspirují a motivují ohledně péče o své zdraví.
d) Rozšíření využití biofyzikálního měření a práce s naměřenými daty.
e) Jiné:.....

8. Do jaké míry jsi pochopil problematiku vyšetření EEG a EMG? Ohodnot' na stupnici od 1 (zcela pochopil) – 5 (vůbec nepochopil)

- a) Problematika vyšetření EEG:..... b) Problematika vyšetření EMG:.....

9. Myslíš, že informace, které jsi získal během účasti na seminářích, využiješ někdy v praktickém životě? **ANO - NE**

Příloha 18

HODNOCENÍ PRACOVNÍCH LISTŮ VYUŽITÝCH V SEMINÁŘÍCH EEG, EMG

Vyjádřete, prosím, svoji odpověď k danému kritériu pomocí škály shodné se známkováním ve škole, a svoji odpověď **barevně a tučně** zvýrazněte. Vyplněný dotazník mi zpět pošlete, děkuji.

1. Přiměřenost věkovému stupni studentů:
1 2 3 4 5
2. Strukturní ucelenost učiva a poznatků v listech:
1 2 3 4 5
3. Jazyková správnost listů:
1 2 3 4 5
4. Přehlednost listů:
1 2 3 4 5
5. Grafická úprava listů:
1 2 3 4 5
6. Motivující a aktivizující charakter zvolených ilustrací a grafických symbolů:
1 2 3 4 5
7. Kvantita úloh v listech vzhledem k možnosti využití:
1 2 3 4 5
8. Řízení učení studenta pomocí otázek a úkolů v listech:
1 2 3 4 5
9. Verbální kvalita prezentace:
1 2 3 4 5
10. Obrazová kvalita prezentace:
1 2 3 4 5

Využil/a byste pracovní listy (v libovolném rozsahu) v některé z vyučovacích hodin?

a) ano

b) ne

c) nedokážu odpovědět

Pokud Vaše odpověď byla „ano“, v jaké podobě byste je využil/a? (tato otázka je pouze doplňující, nemusíte nutně odpovídat)

Electroencephalography as a motivational factor in laboratory exercises in biophysics

Ivana Škraňková, Jan Šlégr

Abstract: This paper describes the possibilities of supporting the teaching of biophysics by means of experiments with simple commonly available electroencephalography headset. Data are transmitted over Bluetooth virtual serial port and can be analyzed in several ways by students or used solely as a motivational factor in teaching otherwise challenging and abstract curriculum about the human brain.

Introduction

Biophysics is an integral part of biology teaching and enables a large number of demonstration experiments and laboratory work of students to be held in lessons.

Biophysical measurements include, for example, ECG measurement (heart rate dependence on body load, independence of RR interval duration [1], etc.), with the same device the principles of electromyography can be shown (or measure the correlation between measured stress on the muscle surface and, for example, grip force [2]), lung capacity [3] or experiments with a thermal imager [4].

Unlike ECG and EMG measurements, where voltages of the order of millivolts are measured on the human body, measuring EEG (where the voltages measured on the head are of the order of microvolts) is a much higher challenge. Although the construction of the EEG amplifier is not impossible, it is challenging in a typical school environment. Therefore, experiments with a commercially available but relatively cheap EEG headset are described below.

Biophysical background

Neural tissue is responsible for the organization and the coordination of most body functions. It consists of the central nervous system and the peripheral nervous system. The highly sophisticated composition of nerve tissue ensures the reception, management, transmission and processing of information from the external or internal environment of the organism. Nervous tissue is formed of neurons and glial cells. Neurons are the basic unit of nervous tissue that is able to send messages in the form of nerve impulses (electrical signal) around a body along a spinal cord. Glial cells have a supportive function, providing the nerve cell with nutrition, and also produce myelin and phagocytose defective neurons [5].

Neurons can generate and spread electrical impulses through their highly specialized construction. They consist of a cell body containing a large spherical nucleus that is surrounded by the cytoplasm, further receptors and ion channels that are responsible for the generation and spread of already mentioned electrical impulse (an action potential). From the cell body, two types of long processes expand – dendrites and axon. The axon is always only one, but a number of dendrites may vary [6].

EEG principle

A brain activity, which is a reflection of a massive number of interneuron synapses, has been studied by the electroencephalography medical method. EEG is the non-invasive conventional electrophysiological method, providing the record of the electrical activity of the central nervous system by electrodes that are placed on a head surface. An electroencephalogram is a graphical record with EEG curves that registers differences in the changing electric field of the brain between the two electrodes.

These electrodes are located according to the prescribed International Electrode Placement System, or simply the "10-20" system. Each electrode is marked with a letter and a number. The letter characterizes an area of the brain over which the electrode is located, and the number indicates the location of the electrode within the frontal, central, parietal and temporal areas. Each electrode is 10 or 20 percent distant from the others. Bipolar electrode connections can be used to compare a potential between two electrodes on the skin of a skull - it allows precise localization of a bearing. An unipolar electrode engagement also exists, which measure the potential between an active point of the brain

tissue (the exploratory electrode) and a zero-potential point (e.g., an auricle). Several basic types of the electrical activity are distinguished on the EEG record: an alpha activity, a beta activity, a theta activity, and a delta activity. These activities appear on the record in the form of waves that differ in the following graphoelements: shape, frequency, and amplitude [7].

The alpha activity occurs when eyes are closed. The occurrence of the alpha activity is typical for physical and mental relaxation, rest and calm, where regeneration processes occur. It is characterized by an amplitude of 20 μV and a frequency of 8 - 12Hz. The beta activity manifests itself in a vigilant state in mental and physical activity, with open eyes. It has an amplitude of 5-20 μV and a frequency of 12 – 30 Hz. Another type of activity is the theta activity, in which the body and mind are in deep attenuation, not responding to any sensory stimuli. It is characterized by drowsiness, deep relaxation. Long-term memory improves in this band. Theta's rhythm ranges from 4 to 8 Hz, with an amplitude of about 30 μV . The delta activity manifests itself in very slow waves with a frequency of less than 4 Hz with an amplitude of up to 200 μV occurring during deep sleep or unconsciousness. During the delta activity, the organism is deeply regenerated. [8,9].

Activation methods are used to enhance brain activity, causing activate pathological manifestations, and thus better define all graphoelements and diagnose. Activities such as opening eyes, hyperventilation through the nose and mouth, photostimulation by stroboscope and sleep deprivation are used.

The primary use of EEG is in medical diagnosis, namely in the diagnosis of epilepsy. Epilepsy is characterized by epileptic seizures that result from abnormal brain activity. It is one of the most common neurological diseases [7]. EEG is further used to investigate sleep disorders and also in psychiatric institutions.

Measurement method for classrooms

Neurosky MindWave Mobile headset [10] was chosen because of the very low price and Bluetooth capability. There are many instructables for interfacing the headset for example with Arduino [11, 12]. In our case, we used a personal computer. The headset is paired with the computer over Bluetooth, and a small programme called ThinkGear Connector then allows other software to receive data from the headset.

For the lecture demonstrations and motivation purposes, software provided by the manufacturer [10] (see Fig. 1a) can be used, which displays raw data as well as a visual representation of alpha, beta, gamma and theta rhythms and calculated values of attention and meditation. Students can see how their activity affect the displayed values.

For advanced courses or integrated science learning, it may be interesting to use own software for recording and processing data. We have modified the software sketch [13] available for the Arduino programming language for our purposes. Processing language is a counterpart of the Arduino programming language, and it greatly simplifies and streamlines the manipulation with the virtual serial interface through which the headset communicates with the computer.



Fig. 1: a) Neurosky Mindwave headset, b) Neurosky demo software

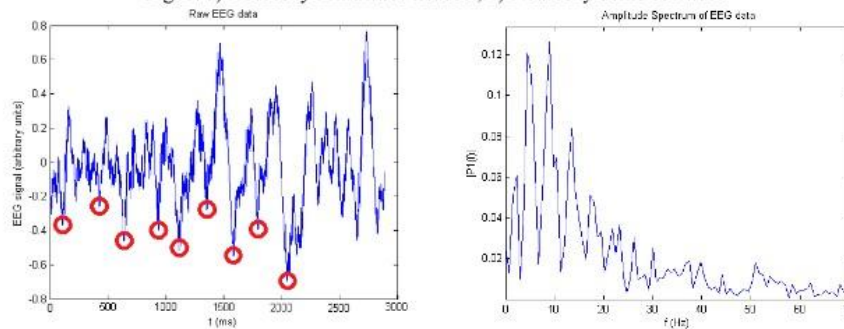


Fig. 2: Raw EEG data obtained with the headset and their amplitude spectrum obtained by the FFT

Raw data are stored in *.CSV data file and can be analyzed by the students. Even if the Fast Fourier transform is not known to students, straightforward estimation of prevalent EEG rhythms can be made: The most significant minima (circled in Fig. 2) are approximately 100 to 200 milliseconds apart, which means that the most significant frequencies will be roughly in the 5 to 10 Hz range. This simple exercise can be done even with the ruler and printed sheet with data and then and then verified by a computer calculation made by the teacher.

Conclusion

We believe that laboratory exercises like this are not beneficial only for future medical doctors, but for all students that study biology. Biophysical measurements with the first-hand experience are especially popular, and if they strengthen operational data processing skills, they are doubly useful.

Literature

- [1] MYERS, M. J., BURGESS, A.B. *Inquiry-based laboratory course improves students' ability to design experiments and interpret data*. *Adv Physiol Educ*. 2003 Dec;27(1-4):26-33.
- [2] COROTTO, F. *Force, Torque, and the Electromyogram: A Student Laboratory Exercise*. *Georgia Journal of Science*, Vol. 75, No. 2, Article 12.
- [3] *Lung Capacity* [on-line]. Available from <https://www.teacherstryscience.org/kidsexperiments/lung-capacity>
- [4] HAGLUND, J., JEPPSON, F. E., MELANDER, E., PENDRILL, A.M., XIE, C., SCHÖNBORN, K.J. *Infrared Cameras in Science Education*, *Infrared Physics & Technology* (2016).
- [5] KAHLE, W., FROTSCHER, M. *Color atlas and textbook of human anatomy: nervous system and sensory organs*. Vol. 3. 5th edition. New York, USA: Thieme Medical Publishers Inc, 2003. 4, 18, 19p. ISBN 9781588900647.
- [6] BRODAL, P. *The central nervous system: structure and function*. 3rd edition. New York, USA: Oxford University Press, 2003. 3, 4p. ISBN: 0195165608
- [7] MISULIS, K. E. *Atlas of EEG, seizure semiology, and management*. 2nd edition. New York: Oxford University Press, 2013. 1, 2, 32 – 34, 64p. ISBN 978-0-19-998590-6.
- [8] RHOADES, R., BELL, D. R. *Medical physiology: principles for clinical medicine*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2013. 129 – 133p. ISBN 978-1609134273.
- [9] MAJUMDAR, K.. *A brief survey of quantitative EEG*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2018. 19 – 22p. ISBN 978-1439896167.
- [10] *MindWave Mobile 2: Brainwave Starter Kit* [on-line]. Available from <https://store.neurosky.com/>
- [11] *MindWave Mobile and Arduino* [on-line]. Available from http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=mindwave_mobile_and_arduino
- [12] *Interfacing Mindwave Mobile with Arduino* [on-line]. Available from <https://www.pantechsolutions.net/brain-computer-interface/interfacing-mindwave-mobile-with-arduino>
- [13] YANG, G. Simple Processing library for NeuroSky, (2012), GitHub repository, <https://github.com/guanix/processing-neurosky/>

Acknowledgments: This work was supported by the Specific Research Grant 2108/2019 PFF UHK.