

Diamant, Jiří

## Záhady čelních laloků: (Orgán zpracující čas a prostor?)

*Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. P, Řada psychologická.* 2003, vol. 51, iss. P7, pp. [29]-40

ISBN 80-210-3130-1

ISSN 1211-3522

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/114275>

Access Date: 20. 02. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

JIŘÍ DIAMANT

## ZÁHADY ČELNÍCH LALOKŮ (ORGÁN ZPRACUJÍCÍ ČAS A PROSTOR?)

**Klíčová slova:** funkční poruchy čelních laloků – zpracování informací z hlediska času a prostoru

### Úvod

Je pozoruhodné, že se čelním lalokům dlouhou dobu nevěnovala dostatečná pozornost, přestože zabírají značnou plochu mozkové kůry. Rozvoj teoretické a klinické neuropsychologie, jakož i naléhavé problémy psychopatologie a psychiatrie přispěly k oživení zájmu o tyto rozsáhlé a málo probádané oblasti mozku. Zejména vývojově nejmladší oblasti prefrontální soustředily na sebe pozornost badatelů i kliniků. Překotný rozvoj počítačů a kybernetiky povzbudil snahy teoretiků konstruovat modely, jež by měly osvětlit neuropsychologické a neurofyziologické procesy, jež provázejí složité procesy kognitivní. Rozšíření oblasti zájmu neuropsychologie a snaha vysvětlit mechanismus nejsložitějších procesů duševních přiměly zástupce různých neurověd k podrobnému multidisciplinárnímu výzkumu funkcí čelních laloků, především jejich prefrontálních oblastí.

Člověk se musí nutně, pružně a včas přizpůsobovat rychle se měnícím vnějším i vnitřním podnětům, jež na něho neustále působí. Život si může udržet jedine v trvalé interakci se svým prostředím. K tomu, aby se v něm udržel, je nutné zapojit složité fyziologické a psychické regulační mechanismy, jež souvisejí s komplexními procesy, jako je předvídání, volby a rozhodování. Tyto kognitivní funkce, které jsou nezbytné pro přežití ve složitých fyzikálních a psychosociálních podmínkách, jsou úzce spojeny s funkcemi čelních laloků a zejména jejich prefrontálních oblastí.

Někteří badatelé se hlouběji zamýšleli nad základními funkcemi, jež byly hypoteticky spojovány s těmito oblastmi, nad zpracováváním času a prostoru. Tyto problémy oživily zájem o staronový vědní obor neurofilosofii, jež tentokrát tvoří součást rozsáhlé palety věd o mozku, jež společně usilují o rozluštění záhad kolem normální činnosti čelních laloků, jejich zapojení do komplexních funkčních okruhů mozku a vztahů k psychickým funkcím v rámci adaptivního a maladaptivního chování lidí a zvířat.

Neuropsychologie se dlouho zabývala především funkcemi, jež byly poměrně snadno v mozku lokalizovatelné, jako je řeč, pohyb a vnímání. Výzkum složitějších psychických procesů přiváděl pozornost badatelů i kliniků stále blíže k čelním lalokům a ke složitým funkčním okruhům, jež byly dlouhou dobu pouze hypoteticky konstruovány. V této souvislosti je nutné jmenovat práce ruského neuropsychologa Alexandra Luriji a amerických badatelů Kurta Goldsteina, Warda Halsteada, Hans-Lukas Teubera a Karla Pribrama. Každý z nich se svým způsobem zasloužil o vytvoření sítě pojmů, které umožnily konstruovat modely snažící se osvětlit specifickou roli čelních a prefrontálních laloků v normálních i v patologických podmínkách.

### Co je zvláštního na čelních lalocích?

Především jejich rozloha a stavba. Zaujímají více než třetinu povrchu mozkové kůry, jejich strukturu tvoří šest vrstev zvlášť uzpůsobených buněk. Jsou vývojově nejmladší částí mozku a jsou zvláště vyvinuty u člověka ve srovnání s mozkem primátů či jiných živočichů.

Čelní laloky jsou spojeny s mnoha oblastmi mozkové kůry, jakož i s četnými podkorovými strukturami. Vytvářejí s nimi četné funkční okruhy, které jsou podkladem kognitivních a emočních procesů.

V čelních lalocích probíhají procesy integrace rozmanitých podnětů z vnějšího i vnitřního prostředí jedince. Jednotlivé reakce jsou řazeny v čase podle předem vypracovaného plánu. Následnost a návaznost různých psychických procesů, jakož i jejich výkonná část projevující se v jednání, jsou pečlivě koordinovány. Čelní laloky takto umožňují cílevědomé jednání.

### Čelní laloky jako regulátory vzdálenosti subjektu od objektu.

Čelní laloky fungují jako předsádky fotografického přístroje, umožňují regulovat vzdálenost v prostoru od pozorovaného předmětu a podobně jako čočka usměrňují zacílení pozornosti na celek nebo na detail. Přitom je možné rychle měnit vzdálenost mezi subjektem a objektem, a tím umožnit sledování daného jevu v širších souvislostech. Vnímání nám umožňuje zachytit daný jev v rozličných úhlech a vzdálenostech, zaměřit se na jeho polohu nebo vztahy k jiným předmětům či osobám vyskytujícím se v daném obraze. Subjektu je umožněno nahlížet na věci z ptáčích perspektiv, případně vytvářet představy, jež vstupují do funkčních okruhů vytvářejících podklad pojmů. Odstupem od konkrétní skutečnosti v prostoru reálném či virtuálním vzniká most mezi výsledky zpracování informací a jednáním.

Přesun od konkrétního vjemu k abstraktnímu pojmu a naopak je podstatou myšlení, zejména řešení problémů za normálního funkčního stavu mozku. Rychlost a pružnost vnímání, myšlení a jednání tvoří základ inteligence a umožňuje přežití jedince za stížených podmínek.

## Čelní laloky fungují jako regulátor času.

Čelní laloky zpracovávají časovou informaci, což umožňuje rychlé a plynulé pohyby, řazení jednotlivých dílčích pohybů a jejich přesné časování, synchronizaci nebo zpoždování, jakož i předvídaní možných příhod v budoucnosti. Různé druhy časování jsou pravděpodobně uskutečňovány zvláštními mechanismy (cyklickými a intervalovými časovači).

Prožívání času u člověka zahrnuje dva pojmy: trvání a posloupnost (Nichelli, 2002). Práh splynutí a prahy časového sledu oddělují od sebe prožitky současnosti, následnosti a časového pořádku. Odhad trvání je velmi citlivý vůči podmínkám souvislostí, za kterých je prováděn. Je nutno rozlišovat mezi prospektivním a retrospektivním odhadem času.

Zpracování času je výsledkem činnosti různých nervových systémů, působení neurotransmitterů, jakož i zapojení hipocampu, mozečku a basálních ganglií. Výsledky pokusů i pozorování ukazují, že prefrontální kůra hraje důležitou úlohu v různých procesech zaměřených na zpracovávání času, při rozlišování času, časování výkonů a při řazení položek v prospektivní paměti. Dle Fustera (1989) je prefrontální kůra především zapojena do vytváření časové struktury chování, projevující se v krátkodobé paměti a v krátkodobých pohybových sestavách. Uchovává také informace a vědomosti po dobu trvání různých časových intervalů.

## Funkční poruchy čelních laloků.

Čelní laloky jsou velmi citlivou oblastí, jež reaguje velmi rychle na nejrůznější typy škodlivin. Změny se projevují především na komplexních procesech, jež integrují řadu dílčích aktivit a tím jsou příznačné pro specifickou funkci čelních a zejména prefrontálních oblastí mozku. Řada autorů píše o frontálním syndromu, jiní se přiklání k rozlišení poruch dle postižených oblastí čelních laloků. Za podstatné znaky syndromu čelních laloků je považováno odtlumení a impulsivita v myšlení v afektu a v akci, zmenšená schopnost udržet pozornost, nedostatek spontánnosti a iniciativy, neschopnost přiměřeně reagovat na komplexní sociální situace a neschopnost předvídat, plánovat, organizovat a provést komplexní jednání (Devinsky, O., 1992). Výzkumy spojené se sledováním intenzity a rychlosti průtoku krve různými oblastmi mozkové kůry (Regional Blood Flow Technique) ukázaly, že čím více pozornosti vyžaduje podnět, tím větší je prevalence frontální mozkové kůry. (Faglioni, 1999).

Dysfunkce čelních laloků narušuje především regulaci kognitivních procesů, v prvé řadě ty mechanismy, jež řídí vzdálenost subjektu od jeho prostředí v prostoru a v čase. Tyto poruchy se projevují především poruchami pozornosti, tj. neschopností soustředit se na určité problémy a věnovat jim delší dobu pozornost, aby bylo možno věnovat se detailům. Narušena bývá rovněž vzdálenost mezi minulostí, současností a budoucností, přičemž nedávno získané informace a dojmy nejsou v paměti uchovány, takže přechod od minulosti k budoucnosti nemůže probíhat přes současnost. Podnět k akcím, jež by měly rychle zmenšit

vzdálenost mezi subjektem a objektem, chybí vlivem zmenšené schopnosti rozhodování, volby a neschopnosti dělat plány a uskutečnit je, tj. převést je z abstraktních pojmů na konkrétní pohyby. Neschopnost předvídat další vývoj určitých procesů udržuje tuto diskrepanci mezi myšlením a konáním. Poruchy funkce čelních laloků, zejména jejich prefrontálních oblastí, se v chování projevují ztrátou pružnosti myšlení a jednání a zvýšením rigidity, nepřizpůsobivostí k měnícím se životním podmínkám, jakož i pomalostí a nepružností při měnění vzdálenosti v čase a prostoru od aktuálního předmětu zájmu. Rychlost a pružnost jsou aspekty chování, jež bývají nejdříve narušeny při funkčních poruchách čelních laloků. Automatizace určitých procesů při zpracovávání informací, zpomalení a perseverace jsou změny chování, jež mají zhoršení psychické výkonnosti dočasně kompenzovat. V průběhu dalšího zhoršování se jedinec stává čím dále tím více závislým na svém okolí a na jeho změnách. Jeho frustrační tolerance se zmenšuje stejně jako tolerance stresová, mechanismy zpětné vazby působí zpožděně, což stěžuje možnosti korekce nesprávných reakcí. Objevují se impulsivní reakce, někdy panika nebo chaotické chování, dyspraxie, mnohdy apraxie a s nimi spojené pocity bezmocnosti, strachu a deprese. Orientace v čase a prostoru, neschopnost rozlišování mezi levou a pravou stranou, nesprávný odhad prostorových a časových vzdáleností, to vše stěžuje možnosti včasného přizpůsobení se a vede k úbytku motivace, zmenšení iniciativy a vytrvalosti. Strach ze selhání zvyšuje napětí, což se může projevit v poruchách psychofyziologických funkcí a vést k předčasnému opotřebování a stárnutí.

Analýza mechanismů těchto rozmanitých procesů dává podklad k domněnce, že většina z nich má vztah k zacházení s časem, k udržení nepřetržité pozornosti po delší dobu, k řazení jednotlivých aktivit, tvořících součást složité komplexní reakce do funkčního časového sledu a k extrapolaci dosavadního průběhu řady reakcí do budoucnosti, tj. předvídat anebo plánovat návazné akce. Mnohdy se objevuje neschopnost odložit reakci na daný podnět nebo situaci. Místo koordinace reakcí v čase se setkáváme s překotností, impulsivitou, anebo naopak se zabrzděností, s nadměrným či přespříliš pomalým tempem reakcí, provázeným perseveracemi a neschopností přesunout myšlenkové procesy z jednoho podnětu na druhý (shifting).

Devinsky (1992) tvrdí, že klinický obraz při poškození čelních laloků je u různých pacientů odlišný podle povahy a průběhu patologického procesu, lateralizace, lokalizace a rozsahu poškození subkortikálních struktur a tkáně corpus callosum. Rozlišuje mezi poruchami prefrontálními, jež jsou provázeny odtlumením, nesprávným odhadem následků činů, jakož i euforií a často zastoupenou dysforií, dále poruchami dorsolaterálními, projevujícími se apatií, nespontánností a ochuzenými stereotypními myšlenkovými procesy a poruchami v pravé orbitofrontální oblasti, provázenými strachem a depresí. Poruchy v levé orbitofrontální oblasti se projevují zlostí a hostilitou. Devinsky a řada jiných autorů popírá existenci jednotného syndromu poškození čelních laloků a místo toho rozlišuje speciální syndromy spojené s blíže popsanou lokalizací poškození v této oblasti.

Faglioni (1999) dochází k závěru, že všeobecná teorie vysvětlující činnost prefrontálních oblastí, je dosud ve vývojovém stadiu. Bylo zjištěno, že pacienti

s poruchami čelních laloků mají obtíže při výběru, organizaci a integraci současných a minulých informací podle vedoucího principu v delším časovém období. Nedovedou použít minulou zkušenost v nových situacích, jež vyžadují nové způsoby myšlení a chování. Nejsou schopni učit se z vlastních chyb, předvídat následky budoucích akcí a uzpůsobit své chování osobním cílům a sociálním pravidlům. Nemají schopnost udržovat časový proud událostí, a jsou proto zbaveni poznání souvislostí mezi minulostí a budoucností. Jsou takto uzavřeni do bezprostředního prostoru a času a neschopni řídit své činy dle modelu vlastního já, aby takto zajistili integritu chování po určitou dobu, nejsou ani schopni provést rozhodnutí. Svoboda výběru, svobodná vůle a odpovědnost je u nich snížena. Pacienti s poškozením čelních laloků se takto stávají slaboduchými nestálými jedinci.

Funkční i strukturální poruchy čelních laloků, zejména jejich prefrontálních oblastí, patří k časným příznakům závažnějších poruch nejen různých částí mozku, nýbrž i jiných orgánů. K poruchám dochází v důsledku působení různých fyzikálních, chemických nebo biologických podnětů, často jsou příčiny zjištěných změn neznámé.

### **Model zpracování informací s hlediska času a prostoru.**

K zachování existence je nezbytné neustále přijímat a zpracovávat četné informace, třdit je z hlediska důležitosti a volit ty, jež jsou v současné situaci, vymezené časem a prostorem, nejprospěšnější k dosažení vytčeného cíle v souvislosti s optimálním přizpůsobením a přežitím. Rychlost zpracování informací je v našem pojetí faktor, jež určuje vztah mezi časem a prostorem, v němž se subjekt nachází. Při různých formách anatomického či funkčního poškození mozku se tato rychlost snižuje, čímž se časoprostorové vztahy mění, což se může projevit jednostranným zaměřením na konkrétní podněty, neschopností abstrakce, jakož i rozpadem časové posloupnosti jednotlivých prvků složitých řetězců chování.

Mozek pracuje nejlépe v optimální rychlosti zpracovávání informací, jež je podmíněna regulací úrovně bdělosti udržované nenarušeným proudem subkortikálních podnětů. Ty působí na různá místa mozkové kůry, čímž aktivují příslušné funkční okruhy. Nedostatečná kvantita a intenzita těchto vzruchů snižuje hladinu vědomí a vede k únavě, ke spánku nebo k bezvědomí. K dosažení potřebné hladiny vzrušivosti příslušných oblastí mozkové kůry je nutná optimální synchronizace biochemických, elektrofyziologických a neurofyziologických procesů.

Základním prvkem mozkové reaktivity je reflex, jenž je příkladem závislosti na časovém intervalu mezi podnětem a reakcí. Volbou optimálního časového odstupu mezi vjemem a reakcí vznikají v mozku spoje dočasného nebo trvalého charakteru, jež tvoří nezbytný základ procesu učení. Časový interval kratší než tři vteřiny je podmínkou vzniku podmíněného reflexu, tj. spoje mezi podnětem a reakcí, jež se opakováním může zafixovat v mozkové kůře. Při delším časovém intervalu mezi podnětem a reakcí se takový spoj nevytvoří, což znemožňuje

proces učení. Za takových podmínek se dostaví vyhasínání, tj. vymizení již vytvořených spojů mezi podnětem a reakcí. Faktor času a jeho zpracování v rámci paradigmatu podnět → reakce je základní podmínkou umožňující proces učení, nezbytný k vytváření nových forem chování. Při patologických stavech mozkových často ubývá počet rychlejších vln mozkových v elektroencefalogramu (alfa vlny), zatímco se počet pomalejších vln (delta vlny) zvyšuje. Prodlužování časového intervalu mezi podnětem a reakcí při poruchách levého čelního laloku může mít za následek poruchy dekódování významu podnětů (dysfatické nebo afatické poruchy). Při poruchách v pravém čelním laloku dochází k poruchám motorické koordinace a časové posloupnosti pohybů (dyspraxie nebo apraxie).

Náš model zpracovávání informací v mozku vychází ze základního modelu formulovaného Reitanem a Wolfsonovou (1985).

### Schéma 1

Tito autoři rozlišují tři úrovně zpracování mezi vstupem a výstupem informací. První úroveň je vytvářena základními kognitivními funkcemi, záměrnou pozorností a pamětí. Tyto procesy jsou nezbytnou podmínkou umožňující vznik a průběh složitějších kognitivních pochodů. Druhá hladina probíhá odlišně v levé a pravé mozkové hemisféře. Zatímco levá mozková polokoule je zapojena především do řečových procesů, je pravá hemisféra nezbytná pro zpracování zrakových prostorových vjemů a pro manipulaci prostorových vztahů. Na třetí nejkomplexnější úrovni zpracovávání informací dochází k integraci různých podnětů z vnějšího i vnitřního prostředí organismu, jež se projevuje vytvářením pojmů, úsudků, syntézou a analýzou. Výsledkem procesu zpracování informací jsou pohyby, akce a cílevědomé jednání a chování. Kognitivní procesy jsou provázány emocemi vycházejícími z podkorových mozkových struktur.

Společně s Hakkaartem (1989) jsme model Reitana a Wolfsonové formulovali v pojmech neurofyzilogických, čímž jsme se snažili přiblížit hypotetickým základním dimenzím činnosti mozku.

## Model R. M. Reitana a D. Wolfsonové

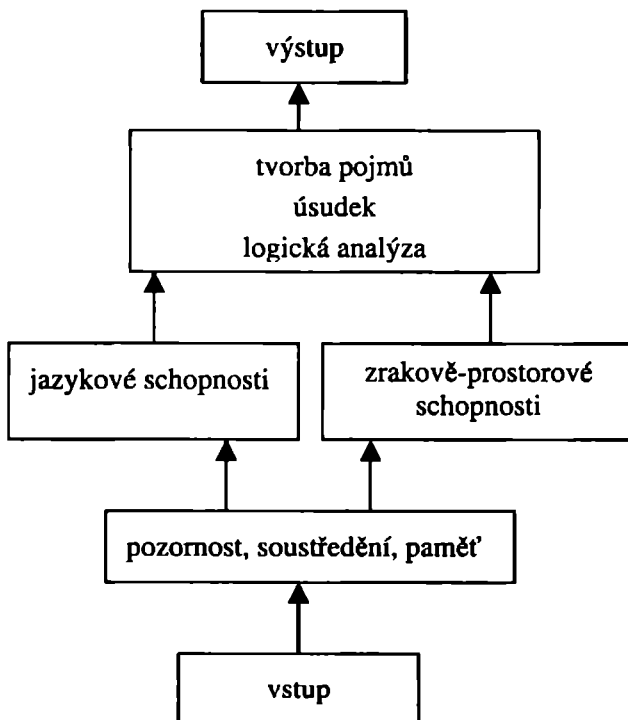


Schéma 1. – (Reitan, R.M., Wolfson, D., 1985.)

## Schéma 2

Na první úrovni je nutná určitá hladina podráždění mozkové kůry (arousal), jež je výsledkem intenzity proudu impulsů z podkorových oblastí. Další fáze zpracování informací probíhá do značné míry lateralizovaně: v levé hemisféře probíhá převážně zpracování posloupně (sekvenční zpracování), zatímco v pravé hemisféře hlavně současně (paralelní, simultánní). Řeč vyslovená, psaná i čtená je vysílána i vnímána postupně, probíhá v čase, zatímco ke vnímání prostorových vztahů je nutné paralelní, simultánní zachycení podnětů vytvářejících celek. Lze tedy hypoteticky předpokládat, že funkční okruhy v obou hemisférách jsou odlišné, což bude nutno přesvědčivě dokázat. V této souvislosti bude třeba vliv leváctví, koktavosti a prostorové dezorientace na procesy v protilehlé mozkové polokouli detailněji zkoumat. Na nejvyšší úrovni procesů kognitivního zpracování informací jsme oddělili procesy analýzy a syntézy, které dle našeho předpokladu rovněž probíhají v odlišných neurofyzilogických okruzích. Vnější projevem komplexních kognitivních procesů jsou procesy exekutivní, probíhající ve složitých časových i prostorových vztazích.



Při zvýšené hladině dráždivosti mozku se mohou objevit poruchy pozornosti a zejména dlouhodobého soustředění, jež naruší proces učení a zapamatování, mnohdy i vybavení dříve osvojených informací či dovedností. Řeč může být překotná s poruchami syntaxe, logické myšlení narušeno, motorické reakce a složité procesy jednání překotné, mnohdy chaotické, neuspořádané v čase a často nedokončené.

Při snížené hladině dráždivosti mozku se mohou objevit některé podobné poruchy na nižší úrovni zpracovávání informací, komplexnější zpracovávání informací bývá zpomaleno, časové řetězce rozpadlé, což se může projevit zejména v syntaktické stavbě řeči, poruchách prostorové orientace, narušené tvorbě pojmů, zvláštnostech procesu myšlení a v celkově zpomalených a špatně koordinovaných pohybech. K normální činnosti mozkové kůry, zejména čelních laloků je nutná přiměřená hladina dráždivosti a optimální rychlost kognitivních procesů probíhajících od okamžiku příjmu podnětů do chvíle, kdy subjekt na ně reaguje.

Moderní psychofarmakologie užívá stále více prostředků k tomu, aby hladinu dráždivosti mozkové kůry regulovala zejména v souvislosti s poruchami spánku, nesoustředěnosti, u syndromu poruch pozornosti u dětí, při zapomnětlivosti a v případech počínajícího procesu demence. V této souvislosti se naskytá problém, zda systematické zvyšování nebo snižování rychlosti kognitivních procesů může přispět ke zvýšení jejich kvality a zda se v dohledné době podaří zasáhnout do vztahu mezi posloupným a současným zpracováváním informací.

Podrobnější analýza mechanismů souvisejících s různými úrovněmi zpracovávání informací (Schéma 3) umožňuje konkrétněji popsat zapojení čelních laloků v různých fázích tohoto procesu. Globálně bývá časový interval mezi podnětem a reakcí vyjádřen reakční dobou, jež označuje délku trvání mezi subjektivním vnímáním podnětu a objektivní reakcí na něj. Reakční doba označuje souhrn časových intervalů v jednotlivých fázích tohoto komplexního procesu, jehož časovou strukturu vytváří prefrontální oblasti. Tato struktura se projevuje především v krátkodobé paměti a v krátkodobých pohybových sestavách, jež se odehrávají na první, základní úrovni. Na druhé úrovni jsou přicházející podněty lokalizovány v prostoru a v čase pomocí simultánních a sekvenčních procesů probíhajících v odlišných hemisférách. Tyto procesy umožňují jak orientaci v prostoru, tak řečové vyjadřování, jež lokalizuje podněty v čase. Goldman-Rakičová ukázala, že prefrontální kůra slouží jako pracovní paměť, která dočasně aktivuje reprezentaci podnětu, dokud není vytvořena reakce na něj. Prefrontální oblasti vykonávají takto jakousi dozorčí doprovázející roli, jež bývá spojována s určitým aspektem pozornosti (supervisory attention). Na třetí integrativní úrovni jsou vytvářeny časoprostorové vztahy pomocí návazností napříč časem (cross-temporal contingencies – Futter), což jsou asociativní vztahy mezi událostmi, jež mají k sobě navzájem vztah, poněvadž jsou součástí sestavy akcí, jež mají společný cíl. Tento integrativní proces umožňuje vytvořit motorickou reakci na daný podnět. Časová posloupnost a koordinace těchto exekutivních pojevů chování je řízena prefrontálními korovými oblastmi.

## Model činnosti mozku

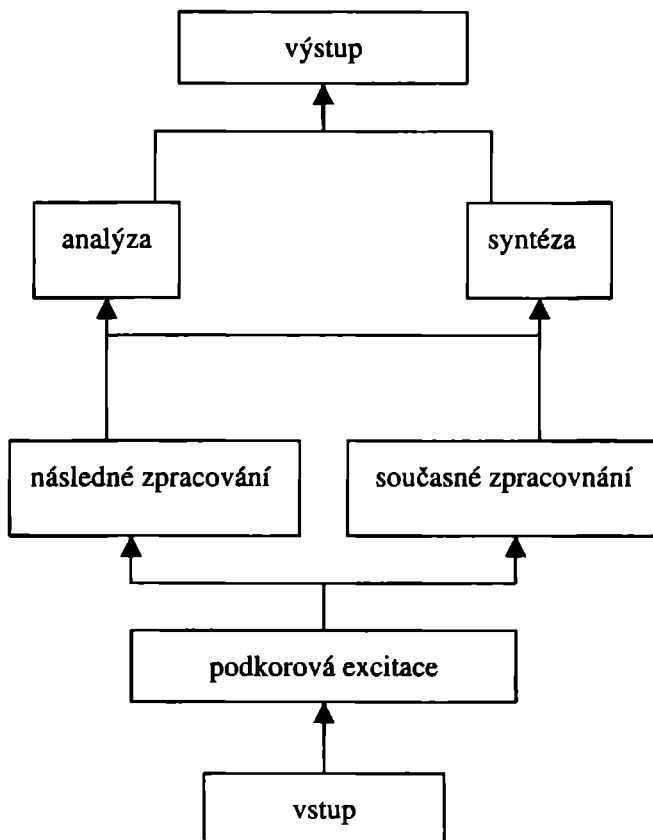


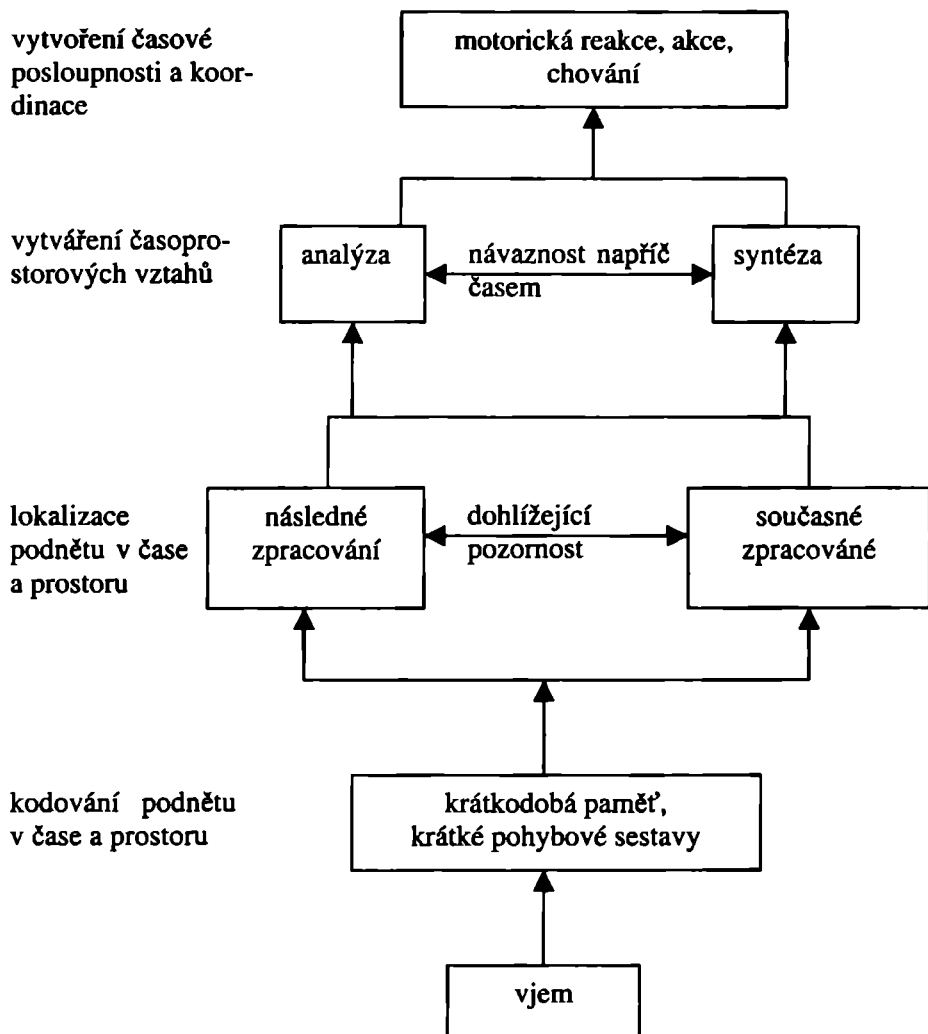
Schéma 2. – (Diamant, J. J., Hakkaart, P. J. W., 1989.)

## Schéma 3.

Náš model má hypoteticky znázornit účast čelních laloků a především prefrontálních oblastí na zpracování základních dimenzí existence jedince v průběhu zpracovávání informací. Tento model musí být ověřen řadou experimentálních prací zaměřených na detailní problematiku za podmínek normální a patologické činnosti čelních laloků. Dle našeho názoru se zde naskýtá široké pole vědecké práce, jejíž výsledky by mohly vést ke zlepšení diagnostické i rehabilitační činnosti v klinické neuropsychologii.

Pokusili jsme se schematicky znázornit průběh integrace časoprostorových dimenzí v rámci procesu zpracovávání informací a v této souvislosti ozřejmit roli čelních laloků, zejména prefrontálních oblastí. Domníváme se, že náš model by mohl přinést nové podněty v diagnostické, rehabilitační a experimentální práci neuropsychologů.

## Funkce čelních laloků při zpracování času a prostoru



Schema 3.

**Podněty ke klinické praxi.**

Pozorování chování pacientů s funkčními poruchami mozkové činnosti ukazuje, že se u nich nejprve projevuje zřetelné zpomalení psychické aktivity spojené se snížením flexibility, tj. s úbytkem přizpůsobivosti na nové situace. Tyto defekty bývají v počátečních stádiích poruch často kompenzovány zvýšenou potřebou času nutného k uskutečnění daného úkonu. Pomalost může v mnoha případech maskovat ubývající intelektuální schopnosti.

V psychodiagnostice je dle našeho názoru dosud málo využívána variabilita rychlosti výkonů pacienta při neuropsychologickém vyšetření. Srovnávání výkonů dosažených za optimální rychlosti s výkony za minimální rychlosti a maximální rychlosti může přinést důležité údaje o poruchách množství a kvality výkonů v dané časové jednotce. Podobně systematické zvyšování rychlosti spojené se stoupající kognitivní zátěží (stres) může poskytnout důležité informace o funkčních poruchách při zpracovávání informací a dát podklad k hypotézám o druhu a lokalizaci této poruchy v rámci různých úrovní zpracování informace v našem modelu. Regulace výkonu pomocí metronomu do přesně vymezených časových intervalů s možnostmi systematicky navozeného zrychlování nebo zpomalování výkonů, předstihu nebo přerušení by mohlo poskytnout údaje přispívající k bližšímu objasnění zkoumaných mechanismů v normě i patologii. Podobně lze manipulovat neuropsychologické zkoumání různých aspektů prostorových dimenzí. Měnění levé a pravé strany, zrcadlové kreslení, orientace v bludišti, nacházení k sobě patřících částí skládky za různých časových podmínek může podrobněji osvětlit druh a mechanismus poruch zpracovávání prostoru.

Poznatky získané systematickým obměňováním časových a prostorových proměnných bude možno použít ke zdokonalování technik rehabilitace poruch zpracování časoprostorových dimenzí.

## LITERATURA

- Devinsky, O.: Frontal Lobe Disorders. In: Behavioral Neurology, Edward Arnold, London, 1992, pag. 207–217.
- Diamant, J.J., Hakkaart, P.J.W.: Cognitive rehabilitation in a Information-Processing Perspective, Cognitive Rehabilitation, Jan/Febr., 1989, 22–28.
- Diamant, J.J., Vašina, L.: Kapitoly z neuropsychologie, 2. přepracované vydání, MU v Brně, 1998.
- Faglioni, J.M.: The Frontal Lobe. In: Handbook of Clinical and Experimental neuropsychology, Denes, G. and Pizzamiglio, L. Eds., Psychology Press, East Sussex, 1999, pag.526–569.
- Futer, J.M.: The Prefrontal Cortex, 2. Edition, Raven Press, New York, 1989.
- Nichelli, P.: The Processing of Temporal Information in the Frontal Lobe. In: Handbook of Neuropsychology, 2. Edition, Vol. 7, The Frontal Lobes, Grafoman, J. Ed., Elsevier, Amsterdam, 2002, pag. 175–193.
- Reitan, R.M., Wolfson, D.: The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery. Theory and Clinical Interpretation. Neuropsychology Press, Tucson, 1985.

## SOUHRN

Funkce čelních laloků, zejména jejich prefrontálních oblastí, je zkoumána s hlediska základních dimenzí procesu zpracování informací: prostoru a času.

Čelní laloky fungují jako regulátory vzdálenosti subjektu od objektu. Prefrontální kůra je zapojena do vytváření časové struktury chování. Navržený model zpracování informací s hlediska času a prostoru by mohl přispět ke zjemnění neuropsychologické diagnostiky funkčních poruch mozku, zejména čelních laloků a prefrontálních oblastí, jakož i ke zvýšení účinnosti rehabilitačních technik zaměřených na zlepšení kognitivních funkcí.

## SUMMARY

The function of the frontal lobes, especially of the prefrontal regions, is examined from the point of view of the basic dimensions of information processing: space and time. Frontal lobes function as regulators of the distance between the subject and object. Prefrontal cortex is involved into the process of forming of the time structure of behaviour. The proposed model of information processing from the point of view of time and space might contribute to the refinement of neuropsychological diagnostics of functional disorders of the brain, as well as to increasing the efficiency of the rehabilitation techniques focussing on improving of cognitive functions.