

# NEUROPSYCHOLOGICKÉ METODY MĚŘENÍ VNÍMÁNÍ ČASU

## souborný článek

Lucie Švandová<sup>1</sup>  
Radek Ptáček<sup>1,2</sup>  
Tomáš Nikolai<sup>3</sup>  
Martina Vňuková<sup>1</sup>  
Jiří Raboch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Psychiatrická klinika 1. LF UK a VFN, Praha

<sup>2</sup>University of New York in Prague

<sup>3</sup>Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. LF UK a VFN, Praha

### Kontaktní adresa:

doc. PhDr. Radek Ptáček, Ph.D.  
Psychiatrická klinika 1. LF UK a VFN  
Ke Karlovu 11  
120 00 Praha 2  
e-mail: ptacek@neuro.cz

## SOUHRN

Švandová L, Ptáček R, Nikolai T, Vňuková M, Raboch J. Neuropsychologické metody měření vnímání času

Vnímání času je složitý proces, na jehož funkci se podílí řada oblastí mozku, jako je mozeček, bazální ganglia, prefrontální a parietální kůra. Všechny tyto odlišné části mozku podporují různé aspekty vnímání času. Jednou ze základních otázek tedy je, jak můžeme vnímání času měřit. V neuropsychologickém výzkumu vnímání času se odlišuje explicitní a implicitní měření vnímání času. V obou případech je měřena přesnost a konzistentnost odhadů časových intervalů, a to v různých smyslových modalitách a délkách časových intervalů. U implicitních metod není na první pohled zřejmé, že se jedná o měření vnímání času. Patří sem například úlohy zaměřené na udržování tempa či rytmu, ve zrakové modalitě jde především o přesné načasování motorického úkonu. Explicitní metody měření vnímání času jsou založeny na vědomém kognitivním posouzení času. Úlohy mohou být prospektivní či retrospektivní. V obou případech lze využít metod verbálního odhadu (verbální vyjádření časového intervalu) a intervalové reprodukce (reprodukování délky určitého intervalu). Ostatní metody pro měření vnímání času, jako jsou intervalová produkce a diskriminační metody (bisekce a časová generalizace), mohou být využity pouze u prospektivních studií. Metoda produkce obnáší zadání v časových jednotkách (sekundy či minuty) a úkolem probanda je tento interval reprodukovat např. zaklepáním, stiskem tlačítka po dobu, která je požadována apod. Dis-

## SUMMARY

Švandová L, Ptáček R, Nikolai T, Vňuková M, Raboch J. Neuropsychological methods of measuring time perception

Time perception is a complex system which involves a number of brain areas, such as cerebellum, basal ganglia, prefrontal or parietal cortex. All of these different parts of the brain support different aspects of time perception. One of the fundamental questions is: how can we measure the perception of time? In neuropsychological research of time perception, the explicit and implicit measurement of time perception differs. In both cases, the accuracy and consistency of time interval estimates are measured in different sensory modalities and lengths of time intervals. In implicit methods it is not obvious at first glance that it is a measure of perception of time. These methods include for example, tasks aimed at keeping tempo or rhythm, in the visual mode it is above all the precise timing of the motor act. Explicit methods of measuring perception of time are based on a conscious cognitive assessment of time. Tasks can be prospective or retrospective. In both cases, verbal estimation methods (verbal expression of time interval) and interval reproduction (reproduction of the length of a certain interval) can be used. Other methods for measuring time perception, such as interval production and discriminatory methods (bisection and time generalization), can only be used in prospective studies. The production method involves the input in time units (seconds or minutes) and participants's task is to produce

kriminální metody jsou úlohy založené na porovnání dvou časových intervalů. Obvykle se jedná o přímé srovnání mezi dvojicemi podnětů, takže úsudek může zahrnovat rozhodování o tom, která ze dvou prezentovaných délek stimulů je delší, kratší, nebo zda mají podněty stejné trvání. Většina studií prospektivního paradigmatu se soustřeďuje na zpracování velmi krátkých intervalů (v trvání několik sekund), zatímco většina výzkumů v retrospektivní oblasti se obecně věnuje intervalům mnohem delším. Současné výzkumy se zabývají především prospektivním odhadem. Je nezbytné nadále pokračovat ve výzkumech v oblastech neuropsychologie, zvláště se zaměřením na pracovní paměť, pozornost, proces rozhodování, jejichž výsledky by pomohly objasnit procesy a faktory, které se podílejí na vnímání času.

**Klíčová slova:** neuropsychologie, pracovní paměť, psychodiagnostika, vnímání, vnímání času.

this interval, for example by knocking or pressing the button for the time required. Discrimination methods are tasks based on comparing two time intervals. Usually, this is a direct comparison between pairs of stimuli, so judgment may include deciding which of the two stimuli lengths presented is longer, shorter, or whether they have the same duration. Most prospective paradigm studies concentrate on processing very short intervals (lasting a few seconds), while most retrospective research generally deals with much longer intervals. Current research is primarily concerned with a prospective estimate. Future research should be based in neuropsychology, especially focusing on work memory, attention or decision-making. The results of such research would help to clarify the processes and factors involved in the time perception.

**Key words:** neuropsychology, working memory, psychodiagnostic, perception, time perception.

## ÚVOD

Vnímání času je základním prvkem lidského uvědomění. Naše vědomí, schopnost vnímat svět kolem nás a v konečném důsledku naše sebeuvědomění je tvořeno vnímáním času.<sup>1</sup> Vnímání času je široce diskutovaným tématem. Hlavními otázkami jsou: jak je čas vnímán, jaké oblasti mozku jsou za to odpovědné, jak lze vnímání času měřit. V našem článku se zaměříme především na neuropsychologické metody měření vnímání času.

V porovnání s našimi smysly, které mají své vlastní specifické receptory, je vnímání času systémem, na jehož funkci se podílí řada oblastí mozku. Cenné informace přináší výzkumy v oblasti farmakologie a neurofyziologie. Je využíváno různých neurofyziologických funkčních zobrazovacích metod: funkční magnetické rezonance (fMRI), pozitronové emisní tomografie (PET), elektroencefalografického záznamu (EEG) či evokovaných potenciálů (EP).<sup>2</sup> Dle fMRI se na vnímání času podílí především mozeček, bazální ganglia, suplementární motorická oblast, premotorická oblast, prefrontální a parietální kůra. Všechny tyto odlišné části mozku podporují různé aspekty vnímání času.<sup>3</sup> Dosavadní výzkumy ukazují, že mozeček má v různých časových úlohách výpočetní roli. Bazální ganglia jsou pravděpodobně hlavními mozkovými strukturami pro zpracování časových informací.<sup>4</sup> Prefrontální a parietální kůra patří mezi hlavní oblasti, které se podílejí

na načasování a vnímání času. Buetti, Bahrami a Walsh naznačují, že parietální kůra může mít roli v percepčním a motorickém načasování, zatímco extrastriátová kůra je zodpovědná za načasování vizuálních podnětů a pohybů.<sup>5</sup>

Nadále probíhá diskuse o roli inzulární kůry v časovém vnímání. Například Craig přišel s novým modelem vnímání času, kdy centrální roli představuje přední inzulární kůra (AIC), která vytváří základ pro smysl fyziologického stavu celého těla (introcepce). Inzulární kůra sbírá vnitřní signály (jako je srdeční tep), přičemž právě tyto signály tvoří základ pro vnímání času.<sup>6</sup>

Existuje opravdu široké množství teoretických přístupů k vnímání času, např. teorie zahrnující procesy či obvody neuronových sítí (např. kortikostriální okruhy).<sup>7</sup> Některé teorie představují vnímání času jako pouhou implicitní součást zpracování sensorické informace či plánování motorické odpovědi.<sup>8</sup> Jiní autoři hledají různé systémy, které jsou za vnímání času odpovědné. Za jeden ze základních a nejdiskutovanějších systémů můžeme považovat tzv. „vnitřní hodiny“, které generují pravidelné impulzy, a akumulátor, který tyto impulzy sleduje.<sup>9</sup> Tento model přiblížíme více později.

## METODIKA MĚŘENÍ VNÍMÁNÍ ČASU

V neuropsychologickém výzkumu vnímání času se odlišuje explicitní a implicitní měření vnímání času. V obou případech je však měřena přesnost a konzistentnost odhadů časových intervalů, je využíváno různých smyslových modalit, délek časových intervalů a metod.

### Explicitní měření vnímání času

Jedná se o vědomé kognitivní posouzení času, kdy je velmi obtížné oddělit percepce času od pozornosti a paměti.<sup>4</sup> Abychom vnímali čas, musíme označit začátek události, v průběhu neustále aktualizovat informace týkající se tohoto výchozího bodu a při odpovědi na otázku, jak dlouhý časový interval uplynul, vyhodnotit počáteční časový úsek a uplynulý čas. Tohoto výsledku se pravděpodobně dosahuje pomocí pracovní paměti a za účasti jisté míry pozornosti.<sup>4,10</sup>

V situacích, kdy jsou účastníci vyzváni, aby explicitně posoudili čas, jsou rozlišovány dva způsoby: jeden, v němž jsou účastníci informováni předtím, než vykonají úkol – **prospektivní**, a druhý, ve kterém nedostávají žádné předchozí varování – **retrospektivní**.<sup>11</sup>

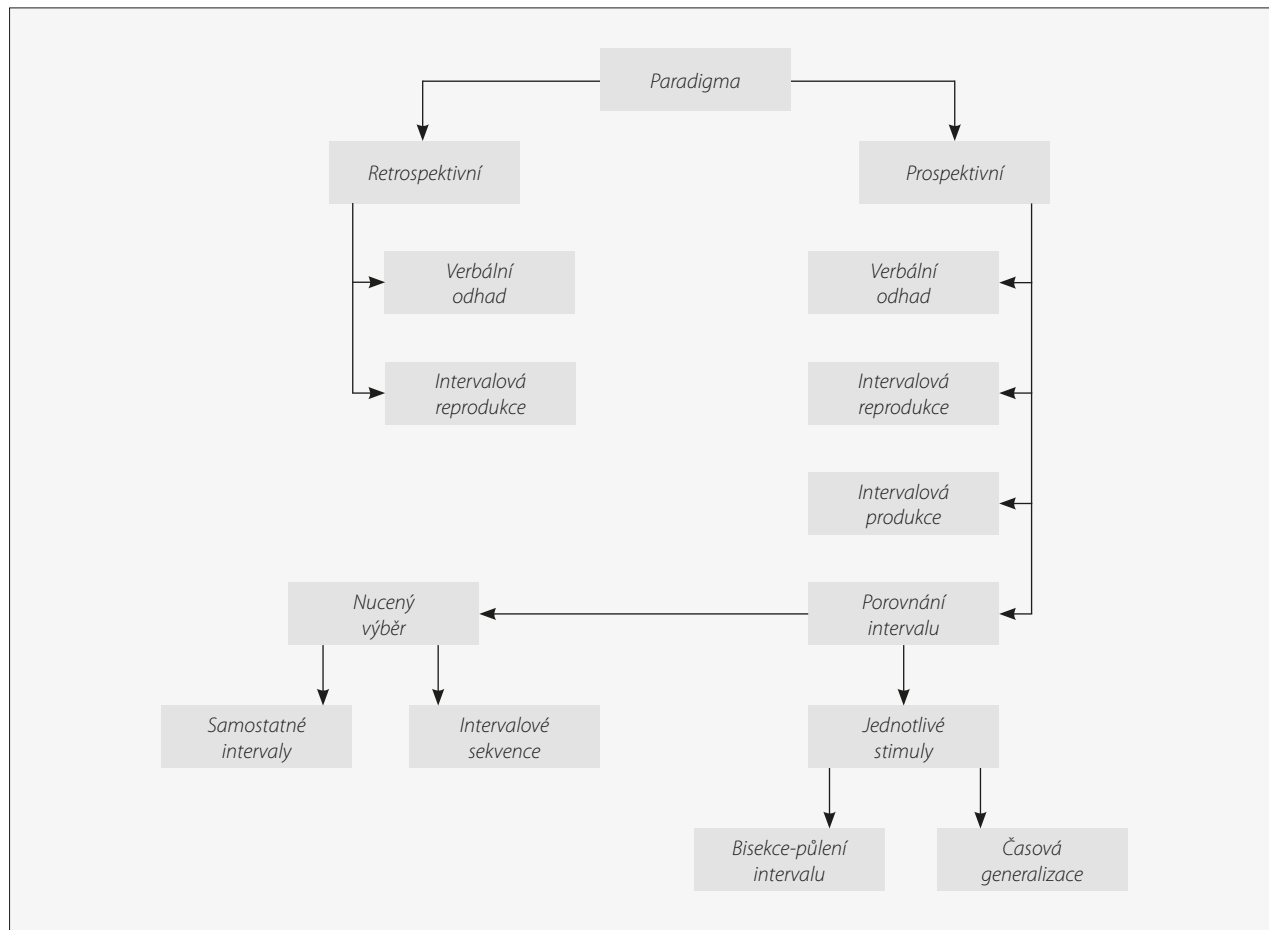
Většina studií prospektivního paradigmatu se soustřeďuje na zpracování velmi krátkých intervalů (v trvání několik sekund), zatímco většina výzkumů v retrospektivní oblasti se obecně věnuje intervalům mnohem delším.<sup>12</sup>

Retrospektivní vnímání času je spjato s paměťovými procesy, kdy struktura a emoční náboj události/podnětů jsou důležitými faktory.<sup>11</sup> Retrospektivní časové odhady mají tendenci být méně přesné a mnohem více variabilní než ty, které byly získány z prospektivních časových studií. Současné výzkumy se zabývají především prospektivním odhadem.<sup>13</sup>

Nyní uvedeme přehled nejčastěji využívaných metod při prospektivním a retrospektivním měření vnímání času (obr. 1). Metody verbálního odhadu, intervalové reprodukce jsou využívány v obou případech. Metoda intervalové produkce a diskriminační metody (bisekce a časová generalizace) mohou být využity pouze u prospektivních studií.

**Metoda verbálního odhadu** předpokládá verbální vyjádření časového intervalu pomocí časových jednotek, nejčastěji v rámci sekund či minut, po který byly dané podněty nebo série podnětů prezentovány (např. světlo, zvuk, série slov nebo obrázků apod.).<sup>11</sup> Dospělí probandi pracují s konvenčními (naučenými) časovými jednotkami – sekundami, minutami. U dětí se doporučuje využívat spíše metodu reprodukce.

Metoda verbálního odhadu poskytuje velkou flexibilitu a může být použita v širokém rozsahu intervalů s trváním v rozmezí od milisekund až po minuty či delší časové úseky. Na rozdíl od metod produkce a reprodukce není omezena či limitována rychlostí motorických procesů. Může být použita pro retrospektivní či prospektivní



Obr. 1. Přehled metod pro retrospektivní a prospektivní měření vnímání času<sup>4</sup>

měření vnímání času. Problémem této metody může být „kvantizace“, neboli tendence používat „zaokrouhlené“ hodnoty.<sup>13</sup> V některých případech jsou účastníkům dány příklady standardních délek, jako je 1 s, nebo po skončení úkolu podávána zpětná vazba týkající se jejich výkonnosti.<sup>14</sup> Pokud je v zájmu měření odhad pouze malého počtu podnětů (např. 3–5), je příhodné vmíchat mezi měřené podněty také jiné podněty s náhodnou dobou trvání, které nejsou předmětem měření.<sup>15</sup>

Při verbálním odhadu je vhodné informovat probandy o minimální a maximální hodnotě, které mohou prezentované podněty dosáhnout, aby se tak zabránilo extrémním odhadům. Například informovat probandy, že všechny hodnoty trvání daného podnětu jsou mezi 100 ms a 1800 ms a že by měly být použity pouze hodnoty v tomto rozsahu. Bez omezujícího pokynu tohoto druhu vzniká problém, jak by měly být zpracovávány odhady mimo rozsah, neboť některé mohou být vysoce aberantní a mohou tak výrazně narušit průměr nebo variabilitu odhadů.<sup>13</sup>

Schopnost odhadnout, jak dlouho daný stimul trval, je sledována především v případech, kdy je cílem pochopit, co způsobuje zkreslení ve vnímání doby trvání.<sup>13</sup>

Další metodou pro měření vnímání času je **metoda reprodukce**, kdy je proband exponován nějakému časovému intervalu (může být znázorněno pomocí vizuálních či auditivních podnětů – např. světlo, pípání, apod.) a poté je vyzván k reprodukci délky daného podnětu.<sup>4</sup> Jeden z raných výzkumů spočíval ve dvou klepnutích na skleněnou desku, čímž byl určen časový interval, který proband musel zopakovat tak, aby doba mezi prvním a druhým klepnutím byla stejná.<sup>15</sup> Metoda reprodukce je v dnešní době využívána v mnoha různých podobách. Například může být pro začátek intervalu využito světlo určité barvy, po nějaké době se barva změní na jinou barvu a poté zase zpět. Probandi jsou požádáni, aby stiskli mezerník ve chvíli, kdy si myslí, že má dojít ke změně barvy a držet jej do doby, než by změna barvy měla pominout.<sup>13</sup>

Zdá se zřejmé, že významný vliv na časovou reprodukci mají také motorické funkce jedince, zvláště když se jedná o reprodukci krátkých časových intervalů. Avšak motorické faktory získaly v diskusích o reprodukci jen malou experimentální a teoretickou pozornost.<sup>13</sup> Mezi jednu z mála studií zabývajících se tímto tématem můžeme zařadit studii Droit-Volet.<sup>16</sup>

Mioni et al. zdůraznili skutečnost, že při reprodukci záleží na technice, která je zvolena. Porovnávali podmínky, v nichž byli účastníci instruováni: (a) signál označující začátek intervalu byl spuštěn automaticky, úkolem probanda bylo stisknout tlačítko pouze na konci intervalu, (b) stisknutím tlačítka spustit a ukončit interval, nebo (c) po celou dobu intervalu držet tlačítko stisknuté. Nejvyšší přesnosti (nejblíže cílovému času) bylo dosaženo při použití klávesových zkratk pro spuštění a zastavení reprodukce, avšak menší variability bylo dosaženo metodou stisknutí po celou dobu intervalu.<sup>17</sup>

Obvykle je při reprodukci měřena střední délka a je počítáno se standardní odchylkou nebo variačním koeficientem.<sup>13</sup> Často se při metodě reprodukce setkáváme s Vierordtovým zákonem, kdy krátké časové intervaly jsou zpravidla reprodukovány jako delší, než ve skutečnosti jsou, zatímco delší intervaly bývají reprodukovány jako

kratší, než je jejich skutečná délka. Metodu reprodukce lze využít v prospektivních i retrospektivních studiích.<sup>18</sup>

**Metoda produkce** obnáší zadání v časových jednotkách (sekundy či minuty) a úkolem probanda je tento interval produkovat např. zaklepáním, stiskem tlačítka po dobu, která je požadována apod. V některých případech může být prvotní signál spuštěn řízeně.<sup>13</sup> Je na uvážení, zda probandovi poskytnout zpětnou vazbu, neboť řada výzkumů poukazuje na efekt zpětné vazby na výkonnost.<sup>19</sup> Jelikož je proband vždy dopředu informován, že bude odhadovat časový úsek, lze tuto metodu využít pouze v prospektivním výzkumu vnímání času.

**Diskriminační metody** jsou úlohy založené na porovnání dvou časových intervalů. Obvykle se jedná o přímé srovnání mezi dvojicemi podnětů, takže úsudek může zahrnovat rozhodování o tom, která ze dvou prezentovaných délek stimulů je delší, kratší nebo zda mají podněty stejné trvání. V rámci těchto úloh je sledován u jedince diskriminační práh, tedy nejmenší rozdíl, který je schopen rozlišit.<sup>24</sup> Ačkoli existuje řada konkurenčních modelů, mají diskriminační modely některé rysy společné. Jedním z nich je přítomnost některých parametrů představujících variabilitu v paměti/časování, rozhodovacím procesu nebo zkreslení, které ovlivňuje počet reakcí určitého typu.

Mezi diskriminační metody patří **časová generalizace**, která byla u člověka představena Weardenem, jehož studie vychází ze studie na zvířatech Churcha a Gibbona.<sup>20,21</sup> Jedná se o modifikaci Churchovy a Gibbonovy metody (MCG metoda). Probandům je zpočátku prezentován podnět „standardního“ trvání (např. zvuk trvající 30 vteřin) a jsou požádáni, aby si jej zapamatovali. Po zapamatování si „standardu“ jsou probandovi prezentovány podněty a jeho úkolem je rozlišit, zda se jednalo o daný „standard“ nebo nikoliv. Odpovídá ano či ne. Probandovi může být poskytnuta zpětná vazba či znovu prezentován „standard“ pro připomenutí. Srovnávací podněty mohou být rozvrženy lineárně nebo logaritmicky, mohou převažovat delší stimuly nad kratšími nebo naopak.<sup>13</sup> Weardenova studie ukázala, že časová generalizace u lidí je asymetrická, neboť lidé častěji označují delší stimuly jako shodné se standardem než ty kratší. Například pokud byl standard 400 ms, více odpovědí ano bylo u stimulů v délce 500 ms než u 300 ms.<sup>20</sup>

Wearden a Bray představili **epizodickou časovou generalizaci**. „Standard“ byl náhodně vybrán ze tří rozdělení (350–500 s, 450–750 s, 600–1000 ms). Poté byl vytvořen „srovnávací“ stimul, kterým byl násobkem „standardního“ stimulu (násobky 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1,25, 1,5 a 1,75). Pořadí „standardního“ a „srovnávacího“ stimulu bylo randomizováno. Úkolem účastníka bylo posoudit, zda mají dva stimuly stejnou délku trvání (ano nebo ne).<sup>22</sup>

Dále se při měření vnímání času využívá **metoda bisekce** neboli „půlení intervalů“. Existuje řada variant, ale postup je obecně následující. Proband obdrží příklady krátkých a dlouhých intervalů, kterým se přidělí například písmeno na klávesnici. Pro krátký interval písmeno S (= short), pro dlouhý interval písmeno L (= long). Následně se probandovi pouštějí/ukazují různě dlouhé podněty a jeho úkolem je rozlišit, zda se svou délkou blíží ke vzorovému krátkému či dlouhému intervalu.<sup>13</sup>

Jiný typ metody bisekce představili Wearden a Ferrara.<sup>23</sup> Tentokrát nejsou uvedeny žádné standardy (vzorové

časové intervaly). Probandovi jsou prezentovány různé zvukové podněty v náhodném pořadí a úkolem probanda je klasifikovat je jako krátké nebo dlouhé, a to pomocí jakéhokoli kritéria, které si sám zvolí. Sada podnětů se opakuje několikrát, například desetkrát, a jsou odebrána data z posledních pěti bloků.

V roce 2010 Kopec a Brody přezkoumali dosavadní výzkumy a experimenty v oblasti časové bisekce a identifikovali umístění bisekčního bodu (tj. bod půlení intervalu), který je „subaritmický“, tedy umístěn pod aritmetickým průměrem standardů S (short = krátký) a L (long = dlouhý). Jejich zjištění dále potvrzují, že užší interval přináší senzitivnější, přesnější časování nežli širší interval.<sup>24</sup> I když najdeme i studie, které s tímto nesouhlasí, např. Droit-Volet a Zélanti.<sup>25</sup>

Metody bisekce a časové generalizace jsou spojovány s teorií skalárního časování, která počítá s mechanismem vnitřních (biologických) hodin (obr. 2).<sup>9</sup> Tento mechanismus zahrnuje generátor pulsů (pacemaker), přepínač (switch) a akumulátor. Vysoká frekvence pulsů uloží více pulsů do akumulátoru, což vede k nadhodnocení subjektivního vnímání času, zatímco při nízké frekvenci je efekt opačný. Například během bisekce jsou obsahy akumulátoru přenášeny do úložiště pracovní paměti, a pokud daný stimul představuje „standardní“ stimul, jsou přeneseny dále do referenční paměti. Rozhodovací proces pak vychází z porovnání obsahů v pracovní a referenční paměti. Aby došlo k přenosu impulsů z generátoru, je nezbytné věnovat určité množství pozornosti pro udržení spojení mezi generátorem a akumulátorem. Jistý vliv mají samozřejmě také emoce, které se mohou s danými stimuly pojít. Zvláště u těch, které vyvolávají negativní emoce, dochází k rychlejší práci generátoru impulsů, zvýšení citlivosti.<sup>13</sup>

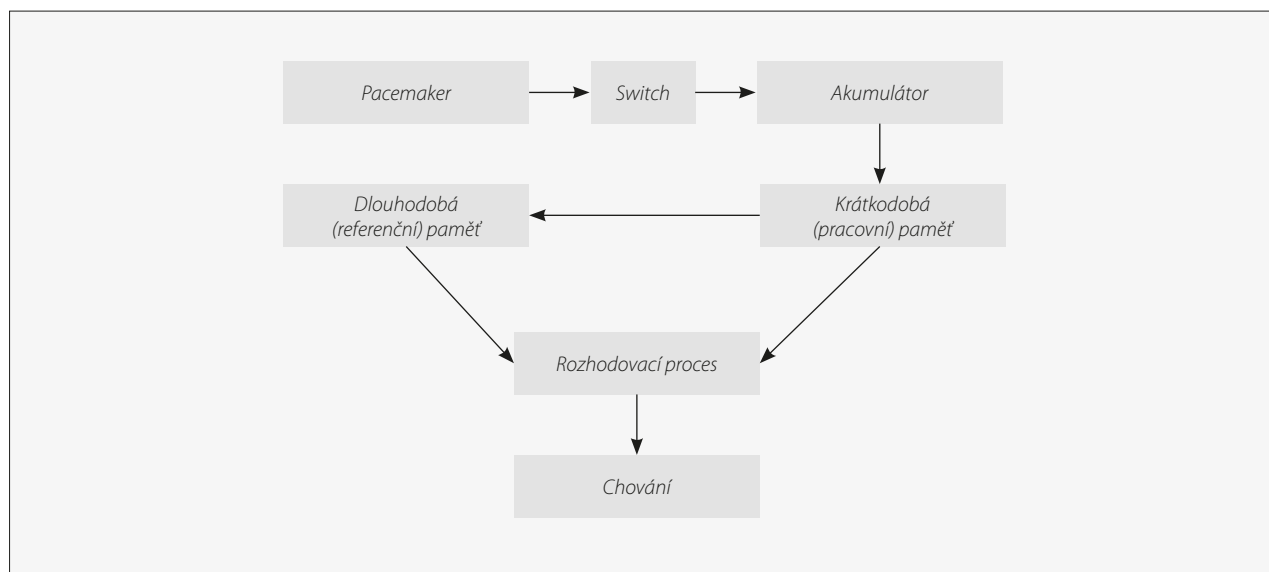
Propracovanější model, který zahrnuje více proměnných, jež se podílejí na vnímání času, představili Zakay a Block.<sup>26</sup> Jedná se o pozornostní model časové percepce, tzv. model pozornostní brány (attentional gate model) (obr. 3). V tomto modelu je pozornost prostředníkem

mezi pacemakerem a akumulátorem a ovlivňuje tak celý proces rozhodování. Pokud je věnováno více pozornosti, dochází k rychlejšímu plynutí impulsů do akumulátoru.<sup>27</sup> Tzv. brána (switch) se „uzavírá“ ve chvíli, kdy je pozornost odvedena od plynutí času jinam, „obsazena“ souběžně probíhající jinou aktivitou. Dojde tak k přenosu menšího množství impulsů a událost je tak časově podhodnocena. Toto jistě všichni známe. Pokud se dobře bavíme, můžeme říci, že čas přímo „letí“. Pokud je činnost, které se věnujeme, nudná, zdá se nám, jako by čas plynul pomaleji.

Ačkoli existuje značná literatura o vlivu pozornosti na vnímání času, existuje poměrně nová a rychle vzkvétající cesta výzkumu vlivu emocí na časové úsudky – především na vnímané trvání.<sup>13</sup> Například bisekční úkol zahrnující intervaly v délce 0,4 až 1,6 sekundy ukázal, že intervaly jsou vnímány jako delší, pokud jsou během časových intervalů prezentovány rozhněvané tváře ve srovnání s okamžikem zobrazení neutrálních obličejů.<sup>28</sup> Nebo například prezentace tváří starších osob vede ke kratšímu vnímání trvání než u tváří mladších osob.<sup>29</sup>

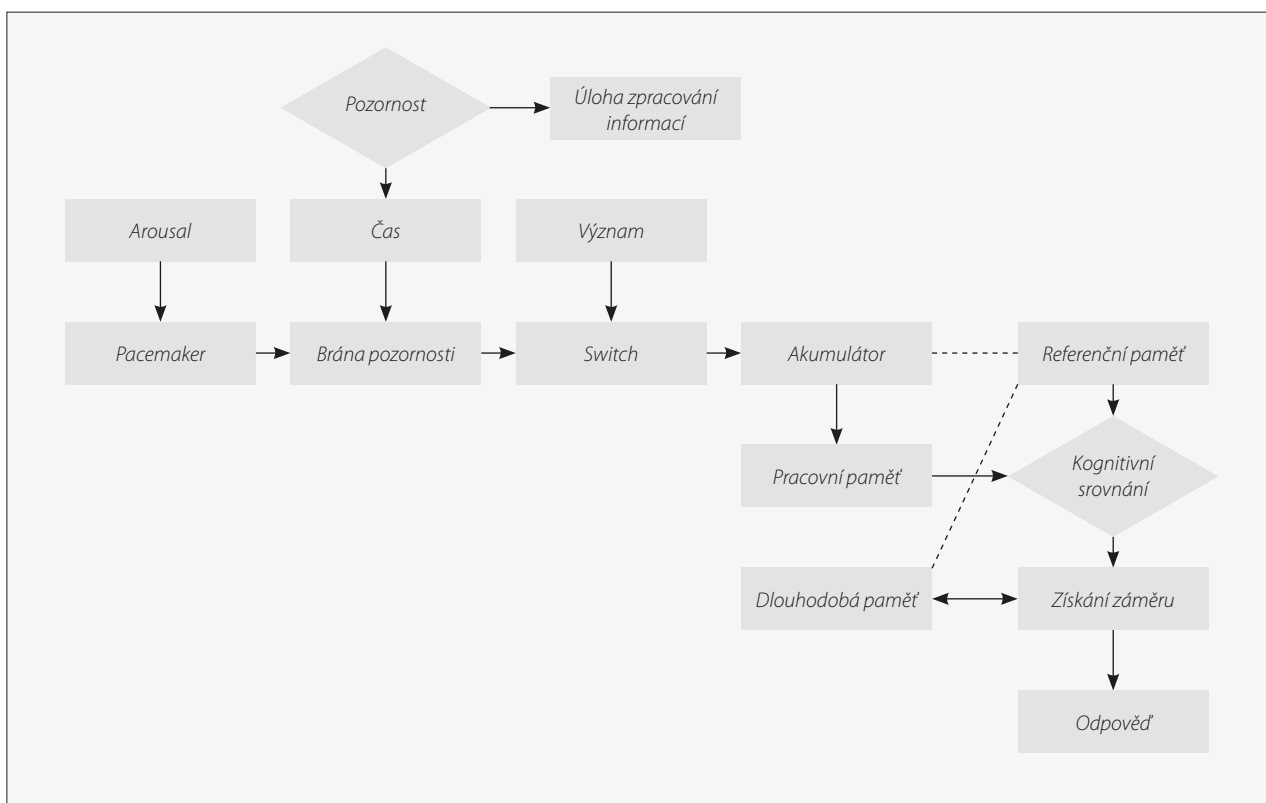
## Implicitní měření vnímání času

Ve výzkumu vnímání času najdeme také metody, u kterých není na první pohled jasné, že se jedná o měření vnímání času. Mluvíme zde o implicitních úlohách, kdy není explicitně vyjádřeno měření času, a proband si tak tohoto aspektu není primárně vědom. Jedná se o motorické aktivity, kdy probandovi nejsou prezentovány jednotlivé intervaly, nýbrž více po sobě následujících standardních či srovnávacích stimulů.<sup>30</sup> Při zvukových stimulech je využíváno úloh zaměřených na udržování rytmu/tempa (např. úlohy s metronomem), ve zrakové modalitě jde především o přesné načasování motorického úkonu. Například sledování objektu pohybujícího se konstantní rychlostí, který po určité době zmizí, přičemž úkolem probanda je odhadnout stiskem tlačítka, kdy dosáhne předem určeného cílového bodu.<sup>2</sup>



Obr. 2. Mechanismus vnitřních hodin<sup>13</sup>



Obr. 3. **Model pozornostní brány**<sup>26</sup>

## ZÁVĚR

Měření vnímání času může být uskutečněno pomocí řady metod, které měří přesnost a konzistentnost odhadů časových intervalů v různých smyslových modalitách a délkách časových intervalů. Měření času může být implicitní či explicitní, prospektivní nebo retrospektivní.

Vnímání času je dnes široce diskutovaným tématem. Stále je tu snaha o odhalení všech částí mozku, které se podílejí na vnímání času. Tuto otázku pomáhají zodpovědět výzkumy v oblasti neurofyzologie a neurofarmakologie. Svůj velký podíl má také neuropsychologie, která se zaměřuje na kognitivní, konativní, motorické a další procesy a funkce, které vnímání času ovlivňují.

Je nezbytné nadále pokračovat ve výzkumech v oblastech neuropsychologie, zvláště se zaměřením na pracovní paměť, pozornost, proces rozhodování, jejichž výsledky by pomohly objasnit procesy a faktory, které se podílejí na vnímání času.

V současné době přibývá výzkumů zaměřených především na deficit vnímání času v souvislosti s různými onemocněními, např. se schizofrenií, Huntingtonovou nemocí, Parkinsonovou nemocí, v poslední době také s ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder).

Všechny tyto poznatky jsou do budoucna velmi důležité a je nezbytné v těchto výzkumech nadále pokračovat a podporovat je.

## LITERATURA

1. Di Leria D, Serino S, Pezzulo G et al. Feel the time. Time perception as a function of interoceptive processing. *Front Hum Neurosci* 2018; 12: 74.
2. Dušek P, Jech R. Vnímání času a jeho poruchy. *Psychiatrie* 2011; 15 (4): 199–207.
3. Teki S, Grube M, Griffiths TD. A unified model of time perception accounts for duration-based and beat-based timing mechanisms. *Front Integr Neurosci* 2012; 5: 90.
4. Grondin S. Timing and time perception: a review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Atten Percept Psychophys* 2010; 72: 561–582.
5. Buetti D, Bahrami B, Walsh V. Sensory and association cortex in time perception. *J Cogn Neurosci* 2008; 20: 1054–1062.
6. Craig AD. Emotional moments across time: a possible neural basis for time perception in the anterior insula. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009; 364: 1933–1942.
7. Karmarkar UR, Buonomano DV. Timing in the absence of clocks: encoding time in neural network states. *Neuron* 2007; 53: 427–438.
8. Üstün S, Kale EH, Çiçek M. Neural networks for time perception and working memory. *Front Hum Neurosci* 2017; 11: 83.
9. Gibbon J, Church RM, Meck W. Scalar timing in memory. In: Gibbon J, Allan L (eds). *Annals of the New York Academy of Sciences (Timing and time perception)*. New York: New York Academy of Sciences 1984: 52–77.

10. Pan Y, Luo Q. Working memory modulates the perception of time. *Psychon Bull Rev* 2012; 19 (1): 46–51.
11. Block RA, Grondin S, Zakay D. Prospective and retrospective timing processes: Theories, methods, and findings. In: Vatakis A, Balci F, Correa A, Di Luca M. *Timing and Time Perception: Procedures, measures, and applications*. Boston, MA: Brill Academic Publishers 2018: 32–51.
12. Grondin S, Plourde M. Judging multi-minute intervals retrospectively. *Quart J Exper Psychol* 2007; 60: 1303–1312.
13. Wearden JH. *The psychology of time perception*. UK: Palgrave Macmillan 2016: 261.
14. Wearden JH, Farrar R. Effects of feedback and calibration on the verbal estimation of the duration of tones. *Acta Psychol* 2007; 126 (1): 1–17.
15. Vierordt K. *Der Zeitsinn nach Versuchen*. Tübingen: Laupp 1968: 198.
16. Droit-Volet S. Stop using time reproduction tasks in a comparative perspective without further analyses of the role of the motor response on the temporal performance: The case of children. *Eur J Cognit Psychol* 2010; 22: 130–148.
17. Mioni G, Stablum F, McClintock SM, Grondin S. Different methods for reproducing time, different results. *Atten Percept Psychophys* 2014; 76 (3): 675–681.
18. Lejeune H, Wearden JH. Vierordt's "The experimental study of the time sense" (1868) and its legacy. *Eur J Cognit Psychol* 2009; 21: 941–960.
19. Franssen V, Vandierendonck A. Time estimation: Does the reference memory mediate the effect of knowledge of results? *Acta Psychol* 2002; 109 (3): 239–267.
20. Wearden JH. Temporal generalization in humans. *J Exp Psychol Anim Behav Process* 1992; 18: 134–144.
21. Church RM, Gibbon J. Temporal generalization. *J Exp Psychol Anim Behav Process* 1982; 8: 165–186.
22. Wearden JH, Bray S. Scalar timing without reference memory: Episodic temporal generalization and bisection in humans. *Q J Exp Psychol* 2001; 54 (4): 289–310.
23. Wearden JH, Ferrara A. Stimulus spacing effects in temporal bisection by humans. *Q J Exp Psychol* 1995; 48 (4): 289–310.
24. Kopec CD, Brody CD. Human performance on the temporal bisection task. *Brain Cogn* 2010; 74 (3): 262–272.
25. Droit-Volet S, Zélanti P. Development of time sensitivity: Duration ratios in time bisection. *Q J Exp Psychol* 2013; 66: 271–286.
26. Zakay D, Block RA. An attentional gate model of prospective time estimation. In: Richelle M, DeKeyser V, d'Ydewalle G, Vandierendonck A, eds. *Time and the dynamic control of behavior*. Liège: Université de Liège, P.A.I. 1995: 167–178.
27. Block RA, Gruber RP. Time perception, attention, and memory: a selective review. *Acta Psychol* 2014; 149: 129–133.
28. Droit-Volet S, Brunot S, Niedenthal PM. Perception of the duration of emotional events. *Cogn Emot* 2004; 18: 849–858.
29. Chambon M, Gil S, Niedenthal PM, Droit-Volet S. Psychologie sociale et perception du temps: l'estimation temporelle des stimuli sociaux et émotionnels. *Psychol Franç* 2005; 50: 167–180.
30. Ten Hoopen G, Miyauchi R, Nakajima Y. Time-based illusions in the auditory mode. In: Grondin S (eds). *Psychology of time*. Bingley: Emerald Group 2008: 139–188.

## OZNÁMENÍ

### Vážené kolegyně a vážení kolegové,

s potěšením Vám oznamujeme, že ve dnech 12.–15. června 2019 se bude v Luhačovicích konat **XVIII. celostátní konference biologické psychiatrie s mezinárodní účastí**. Veškeré potřebné informace jsou na webových stránkách kongresu <http://www.kongres-luhacovice.cz/>

Do 31. 3. 2019 je možno se hlásit k aktivní účasti (symposium, přednáška nezařazená do sympozia, poster, workshop) na adresu [hosak@lfhk.cuni.cz](mailto:hosak@lfhk.cuni.cz)

Budeme se těšit na Vaši účast na kongresu

Výbor Společnosti pro biologickou psychiatrii  
Výbor Sekce biologické psychiatrie PS ČLS JEP