

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

VLIV HYDRATAČE NA KOGNITIVNÍ SCHOPNOSTI
DĚTÍ ŠKOLNÍHO VĚKU
Bakalářská práce

Autor: Jan Klimoš, Aplikovaná tělesná výchova
Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová Ph.D.

Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora: Jan Klímoš

Název bakalářské práce: Vliv hydratace na kognitivní schopnosti dětí školního věku

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Iva Klimešová Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2018

Abstrakt:

Bakalářská práce shrnuje současné poznatky o působení hydratace organismu na kognitivní schopnosti se zaměřením na děti školního věku. V teoretickém úvodu podává informace o vodě v lidském těle, mechanismech ovlivňujících množství tělesných tekutin, účincích různého stavu hydratace na člověka a o způsobech testování úrovně hydratace a poznávacích procesů. Zdrojem informací pro řešerši bylo 12 výzkumných studií z webových informačních databází dostupných na Portálu elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého a databáze Scopus vybraných na základě klíčových slov hydration, cognition, children a příbuzných výrazů. Tyto studie se velmi lišily geografickým umístěním, věkem a počtem účastníků i použitou metodikou. Jejich výsledky jsou nekonzistentní. Pozitivní efekt hydratace na některé kognitivní schopnosti potvrzuje většina studií, ale autoři se neshodují na tom, které z poznávacích funkcí hydratace ovlivňuje. Pravděpodobně je hydratací ovlivněná pozornost, pracovní paměť, výkonné funkce a vnímání. Vliv na krátkodobou paměť není jasný a patrně bez vlivu jsou psychomotorické a vizuomotorické schopnosti.

Klíčová slova: děti, hydratace, příjem tekutin, kognitivní schopnosti, duševní výkonnost

Author's first name and surname: Jan Klimoš

Title of the bachelor thesis: Effect of hydration on cognitive functions of school-age children

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: PhDr. Iva Klimešová Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract:

The thesis is a summary of current knowledge about the effect of hydration of the organism on cognitive functions focused on school age children. The theoretical introduction provides information regarding water in the human body, mechanisms affecting the amount of body fluids, the effects of different states of hydration on humans, and methods of testing hydration level and cognitive processes. Information sources for the summary were 12 research studies located at the web-based information databases accessible at the Palacký University Information Portal and the Scopus database chosen according to keywords hydration, cognition, children and related expressions. These studies varied in the geographic location, age and number of participants as well as the methodology used. The results are therefore inconsistent. The positive effect of hydration on some cognitive functions is confirmed by most studies, but the authors are not in agreement, which of the cognitive functions are effected. It is likely that hydration impacts attention, working memory, performance and perception. The effect on short-term memory is not clear and apparently without influence are psychomotoric and visomotoric abilities.

Keywords: children, hydration, fluid consumption, cognitive functions, mental performance

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a použil jen prameny uvedené v seznamu literatury. Souhlasím, aby tato práce byla uložena na Univerzitě Palackého v Olomouci v knihovně Fakulty tělesné kultury a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Horní Čermné dne 18. 6. 2018

Jan Klimoš

Děkuji vedoucí práce PhDr. Ivě Klimešové Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ	10
2.1	Voda v organismu	10
2.1.1	Obsah vody v těle	10
2.1.2	Příjem a ztráty vody	10
2.1.3	Doporučený příjem tekutin	11
2.1.4	Zdroje tekutin pro děti	11
2.1.5	Řízení hospodaření s vodou	12
2.1.6	Dehydratace	13
2.1.7	Hyperhydratace	13
2.1.8	Hodnocení stavu hydratace	14
2.1.9	Ovlivnění stavu hydratace pro výzkumné účely	15
2.2	Kognitivní schopnosti	15
2.2.1	Definice kognice a kognitivních procesů	15
2.2.2	Hodnocení kognitivních schopností u dětí	16
2.3	Vztah stavu hydratace a kognitivních schopností	18
2.3.1	Výzkumy u dospělých subjektů	19
2.3.2	Výzkumy u subjektů v seniorském věku	20
2.3.3	Výzkumy u dětských subjektů	20
2.3.4	Mechanismus působení dehydratace na kognitivní funkce	22
3	CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	25
4	METODIKA	26
4.1	Postup třídění zdrojů	26
4.2	Hodnocení zdrojů	27
5	VÝSLEDKY	28
5.1.1	Časové rozložení studií	31
5.1.2	Kognitivní schopnosti	31
5.1.3	Ovlivnění hydratace subjektů	33
5.1.4	Objem vody a kognice	33
5.1.5	Věk	33
5.1.6	Pohlaví	34
5.1.7	Geografická oblast	34
6	DISKUSE	35
7	ZÁVĚR	38
8	SOUHRN	39

9	SUMMARY	41
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	43

1 ÚVOD

Voda patří mezi látky esenciální pro lidský život. Má v organismu význam při biochemických reakcích, jako rozpouštědlo, při transportu živin, v termoregulaci a podobně. Je obsažena uvnitř buněk a tvoří základ extracelulární tekutiny. Tělo dospělého člověka v závislosti na pohlaví sestává z 53 až 64 % vody, u dítěte voda představuje až 75 % tělesné hmotnosti, proto nabývá stav hydratace velkého významu obzvláště u dětí (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Nízký stupeň hydratace v současné době představuje závažný problém. Drewnowski, Rehm a Constant (2013) uvádí, že ve Spojených státech amerických nejméně 75 % dětí ve věku 4-8 let a 87 % dívek a 85 % chlapců od 9 do 13 let nedosahuje doporučeného denního příjmu tekutin. Velká část dětí a mladistvých je ohrožena nedostatečným příjmem tekutin i podle nedávné rozsáhlé studie zahrnující 13 zemí Evropy, Asie a Jižní Ameriky (Iglesia et al., 2015).

Silná dehydratace vede k závažným zdravotním následkům (Silbernagl & Despopoulos, 2004), ale i mírná forma dehydratace se může negativně projevit mimo jiné na kognitivních schopnostech (Bar-David, Urkin, & Kozminsky, 2005; Wilson & Morley, 2003). Spojitost mezi stupněm hydratace a úrovní poznávacích schopností by se mohla zdát zřejmá, nicméně například Secher a Ritz (2012) na základě rozboru několika studií vyjadřují pochybnosti hlavně u dospělých dobrovolníků. Obecně se odvolávají právě na velké odlišnosti v použitých metodách a v některých případech na příliš malý vzorek populace. Jako nejednotný hodnotí přístup experimentálních prací i Adan (2012), ale vliv hydratace na kognitivní schopnosti po rozboru několika studií potvrzuje ve všech věkových skupinách.

Děti patří společně se starými lidmi, těhotnými ženami a sportovci z pohledu dehydratace k rizikovým skupinám. Nevýhodou je u dětí například vyšší poměr povrchu těla k celkové hmotnosti, rychlejší dýchání vedoucí k vyšším ztrátám tekutin, odlišné vnímání pocitu žízně a mechanismy ochlazování organismu, ale také přístup k tekutinám, který může být limitován přítomností nebo možnostmi osob pečujících o dítě. (Adan, 2012; D'Anci, Constant, & Rosenberg, 2006; Edmonds & Burford, 2009; Muntau, 2009)

Na děti školního věku jsou během výuky kladeny nároky na kognitivní funkce, dětský mozek (podobně jako mozek starého člověka) může na základě své fyziologie obtížněji zvládat úkoly spojené s kognicí, je také citlivější k nedostatku tekutin. Dehydratace dětí je spojována i se změnami nálady. Celkově může mít negativní dopad

nejen na učení, ale i zdravý vývoj dítěte způsobený změnami struktury a funkcí mozku (Kempton et al., 2011; Pross, 2017).

Současné experimentální studie, které se věnují vztahu stavu hydratace a kognitivních funkcí, se liší věkovým složením účastníků, zeměpisnými oblastmi a s tím souvisejícími podmínkami, jako je teplota a vlhkost vzduchu, ale také způsoby měření úrovně hydratace organismu a formou testování poznávacích schopností.

Tato práce si dává za úkol porovnat vybrané publikace a pokusit se vypracovat shrnutí obsažených informací, které by usnadnilo orientaci v současném pohledu na problematiku změn v kognitivních schopnostech dětí v souvislosti s nedostatečným příjmem tekutin. Dílčími cíli je zodpovědět jaká míra dehydratace má patrný vliv na kognitivní schopnosti, na kterých poznávacích funkcích je tento efekt patrný, zda dehydratace ovlivňuje stejně chlapce i dívky a jakou roli hraje geografické zařazení studií.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Voda v organismu

2.1.1 Obsah vody v těle

Obsah vody v lidském organismu se v průběhu života vyvíjí, závisí na věku a pohlaví. Nejvyšších hodnot dosahuje u novorozenců. Autoři uvádí hodnoty mezi 75 a 78 % tělesné hmotnosti (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), 2010; Muntau, 2009; Silbernagl & Despopoulos, 2004). V dalším průběhu života se podíl vody snižuje až na 53 % a 46 % u starých mužů respektive žen. Různé hodnoty mezi pohlavími se přisuzují vyššímu množství tělesného tuku u žen. Množství vody v těle jedince je za fyziologického stavu přibližně konstantní. Stálé vodní bilance je dosaženo rovnováhou mezi příjmem a výdejem vody (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Chumlea, Schubert, Reo, Sun a Siervogel (2005) měřili celkovou tělesnou vodu chlapců a dívek od 8 do 20 let. Chlapci měli v každém věku vyšší poměr tělesné vody než dívky, ale rozdíl se zvětšoval v průběhu dospívání.

2.1.2 Příjem a ztráty vody

Dospělý člověk přijme denně okolo 2,5 litru vody. Největší část, 1,3 l, pochází z nápojů, 0,9 l je obsaženo v potravě a zbývající 0,3 l představuje oxidační voda, která se tvoří při metabolismu. Za fyziologického stavu se stejně velký objem vody vyloučí. Přibližně 1,5 l odchází v moči, 0,9 l je odstraněno dýcháním a kůží a 0,1 l člověk ztrácí stolicí. Denní obrat vody u dospělého představuje třicetinu celkové hmotnosti, u kojence se oproti tomu jedná o desetinu. Děti jsou proto k narušení vodní rovnováhy více citlivé (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Spotřeba tekutin závisí na věku, pohlaví, odpařování kůží a ztrátách vody ledvinami a v trávicím traktu. Vyšší ztráty tekutin mohou nastat v důsledku výraznějšího pocení při vysoké teplotě prostředí, nebo náročné fyzické aktivitě. Úbytek tělesných tekutin způsobí i hyperventilace (zrychlené dýchání), jehož příčinou mohou být kromě fyzické činnosti i například některá onemocnění respiračního traktu a srdce. Z dalších projevů chorob má na vodní bilanci vliv například průjem a zvracení. Ztráty tekutin, mohou být vyvolány i působením léčiv s diuretickým efektem (Hehlmann, 2010; Muntau, 2009; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

2.1.3 Doporučený příjem tekutin

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) určuje doporučený příjem tekutin na základě věku a pohlaví (Tabulka 1). Jedná se o hodnoty použitelné v mírném klimatu, při mírné úrovni fyzické aktivity. Pro jiné podmínky by bylo třeba provést adekvátní úpravy. Uvedené množství tekutin zahrnuje vodu z různých zdrojů, další nápoje a vlhkost z potravy. EFSA nedělá rozdíly mezi dětmi od 14 let, dospělými a seniory. Mužům doporučuje denní příjem vody 2,5 l, ženám 2,0 l. Voda z nápojů by měla činit zhruba 1,5 l. (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), 2010).

Tabulka 1

Doporučený příjem tekutin

Skupina	Věk	Doporučený příjem tekutin (ml/den)
Děti	6-12 měsíců	800-1000
Děti	1-2 roky	1100-1200
Děti	2-3 roky	1300
Děti	4-8 let	1600
Chlapci	9-13 let	2100
Dívky	9-13 let	1900
Muži	14 let a starší	2500
Ženy	14 let a starší	2000
Těhotné ženy		2300
Kojící ženy		2700

Poznámka. Data z EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), (2010), které je součástí aktuálního doporučení European Food Safety Authority (EFSA, 2017).

2.1.4 Zdroje tekutin pro děti

V současnosti je dostupná široká paleta různých nápojů, které se při stejném obsahu vody liší například množstvím cukru, proteinů, vitaminů, nebo vápníku. Některé druhy nápojů jsou pro děti nevhodné, případně by je měly přijímat v omezené míře. Gibson-Moore (2013) doporučuje pro děti od 4 do 13 let vysoký příjem čisté vody, hlavně po fyzické aktivitě a v horkém počasí. Mléko by děti měly konzumovat pravidelně pro obsah bílkovin, vápníku a vitaminů řady B, nejlépe polotučné, nebo odtučněné. V menší míře jsou doporučovány ovocné džusy, nejlépe 100%, které neobsahují přidaný

cukr. Je vhodné džusy ředit vodou v rámci snížení rizika poškození zubů. Jednou denně lze dítěti podat smoothie. Pouze příležitostně by se v pitném režimu měly objevit nízkokalorické nealkoholické nápoje a nápoje s obsahem cukru (soft drinks). Káva a čaj se pro obsah kofeinu doporučují také jen příležitostně. Pro děti nejsou vhodné energetické nápoje pro vysoké množství kofeinu a cukru, alkoholické nápoje, ani sportovní nápoje, pokud se nejedná o závodění, případně trénink o vysoké intenzitě (Gibson-Moore, 2013).

Ztráty tekutin způsobené cvičením v horku je podle autorů Volterman, Obeid, Wilk, a Timmons (2014) na základě studie zahrnující 38 dětí od 7 do 17 let vhodné doplnit odstředěným mlékem. V porovnání s vodou a sportovním nápojem odstředěné mléko lépe obnovovalo vodní bilanci a zlepšovalo retenci tekutin. Sportovní nápoj vykazoval lepší efekt než samotná voda.

2.1.5 Řízení hospodaření s vodou

Lidské tělo disponuje několika mechanismy regulace množství vody.

Při snížení objemu vody je výsledkem hypertonicita extracelulární tekutina (ECT). Nárůst osmolality stimuluje uvolňování antidiuretického hormonu (ADH) ze zadního laloku hypofýzy. ADH způsobí snížení vylučování vody ledvinami. Hypertonicita ovlivní centrální osmoreceptory v hypothalamu a objevuje se pocit žízně vedoucí člověka ke zvýšení příjmu tekutin. Hypotonická ECT při nadbytku vody vyvolá působení proti uvolnění ADH a tím zvýšené močení (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Další možnosti regulace objemu vody souvisí s koncentrací Na^+ . Systém renin-angiotenzin je aktivován snížením tlaku krve v ledvinách (například následkem hypovolémie kvůli nedostatečné hydrataci). Uvolní se enzym renin, který umožňuje přeměnu angiotenzinogenu na angiotenzin I, ten se za pomoci angiotenzin konvertujícího enzymu (ACE) mění na angiotenzin II. Angiotenzin II působí vazokonstrikci a pocit žízně, snižuje glomerulární filtraci, také stimuluje výdej aldosteronu, jenž podporuje resorpci Na^+ . Společně se sodnými kationty je v organismu uchováno i více vody. Jiným mechanismem je tlaková filtrace spuštěná zvýšením objemu ECT, dochází k nárůstu vyloučené vody a Na^+ . Na zvýšení objemu ECT tělo reaguje také uvolněním atriálního natriuretického peptidu (ANP), který navýší filtrační frakci, naroste tedy efektivní filtrační tlak (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Pokud je narušení vodní bilance tak výrazné, že ho výše zmíněné mechanismy nedokážou kompenzovat, nebo než dostatečně zapůsobí, může docházet k dehydrataci, nebo hyperhydrataci (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

2.1.6 Dehydratace

Pokud množství přijaté vody nepokrývá potřeby organismu, vzniká stav dehydratace, tedy nedostatek vody ve tkáních. Typy dehydratace lze rozlišovat na základě procentuálního úbytku hmotnosti, nebo poměru ztracených tekutin a elektrolytů. Lehká dehydratace je popisována při úbytku 2-5 % tělesné hmotnosti, středně silná při ztrátě 5-10 % a silná, pokud tělo přijde o více než 10 % své hmotnosti (Hehlmann, 2010).

Izotonická dehydratace nastává za situace, kdy je ztráta vody a elektrolytů proporcionální. Vzniká mimo jiné následkem zvracení, průjmů, některých poruch ledvin a diuretik. Projevuje se žízní, únavou nebo slabostí. Když je úbytek soli oproti tekutinám větší, dochází k hypotonické dehydrataci. Objevuje se například při podání čisté vody člověku trpícímu izotonickou dehydratací, u ledvinného selhání a poruch jater. Následně může docházet k edému mozku, zvracení, zmatenosti až kómatu. Posledním typem je dehydratace hypertonická, kdy ztráta tekutin převyšuje úbytek solí, způsobená pocením, zvracením, průjmy, při horečce, nebo úplavici, významnou příčinou je nedostatečný přísun tekutin například u kojenců a osob v bezvědomí, kteří nemohou okolí sdělit, že trpí žízní. Projeví se právě žízní, snížením množství moči a suchými sliznicemi (Hehlmann, 2010; Muntau, 2009).

2.1.7 Hyperhydratace

Méně častým případem porušení rovnováhy vody je hyperhydratace, při které příjem tekutin převáží jejich výdej. Typicky se projevuje otoky a přírůstky tělesné hmotnosti. Podobně jako u dehydratace se rozlišují tři typy podle koncentrace solí v séru (Muntau, 2009).

Izotonická hyperhydratace, tedy zvýšení množství tekutin v těle za stálé koncentrace solí, vzniká při nadměrném přísunu izotonického roztoku, nefrotickém syndromu, akutní glomerulonefritidě, nebo srdeční nedostatečnosti. Hypotonická hyperhydratace nastává, když objem tělesných tekutin naroste, ale množství elektrolytů se nezvýší. Objevuje se mimo jiné následkem příliš vysokého příjmu čisté vody (tzv. intoxikace vodou), nebo při sníženém močení až zástavě močení. Tento stav je nebezpečný kvůli riziku edému mozku, příznaky zahrnují bolest hlavy, zvracení, křeče a narušení vědomí. Hypertonicou hyperhydrataci charakterizuje přísun relativně většího množství elektrolytů než vody. Může se projevit vystupňováním reflexních pohybů a křečemi (Muntau, 2009).

2.1.8 Hodnocení stavu hydratace

Dehydrataci je u novorozenců a kojenců možné predikovat za základě některých symptomů pozorovaných rodiči. Diagnosticky významné jsou projevy jako nezdravý vzhled, když má dítě propadlou fontanelu a zapadlé oči, slzy mu tečou v malé míře, má sucho v ústech, nebo studené končetiny. O dobrém stavu hydratace naopak vypovídá normální historie příjmu tekutin a močení i normální množství slz (Porter, Fleisher, Kohane, & Mandl, 2003).

Standardní metodou průkazu dehydratace u malých dětí je zvážení dítěte, následná rehydratace, dokud dítě nedosáhne stabilní váhy (za 12-72 hodin) a opětovné zvážení. Porovnáním získaných hodnot je možné určit míru dehydratace (Friedman, Goldman, Srivastava, & Parkin, 2004).

Steiner a Dewalt (2004) uvádí jako tři nejlepší individuální znaky sníženého množství tělesných tekutin při vyšetření lékařem prodloužený kapilární návrat, abnormální dýchání a turgor kůže, nicméně nelze podle těchto znaků přesně určit míru dehydratace. Za vhodné považují kombinovat při diagnostice různé metody.

Pro přesné vyjádření hydratace se odebírá krev, ze které lze po centrifugaci pomocí osmometru změřit sérovou osmolalitu. Jinou metodou je stanovení poměru močoviny a kreatininu, koncových produktů metabolismu, v krvi, nebo séru. Ve Spojených státech amerických se preferuje poměr dusíku z močoviny (BUN, blood urea nitrogen) a kreatininu. BUN představuje zhruba polovinu (0,446) krevní močoviny. Močovina i kreatinin jsou v ledvinách filtrovány do primární moči, ale pouze močovina může být reabsorbována a její množství je ovlivněno průtokem moči. Při dehydrataci tedy zůstanou hodnoty kreatininu konstantní, zatímco BUN (příp. koncentrace močoviny) se zvýší a výsledný poměr močoviny ku kreatininu bude větší (Hosten, 1990; Muntau, 2009).

Z dalších tělesných tekutin se analyzuje moč. Hodnotí se objem a barva moči, moč by měla mít za fyziologického stavu jantarově žluté zbarvení, ale například při nadměrném příjmu tekutin může být žlutá až bezbarvá. Osmolalita moči popisuje celkovou látkovou koncentraci rozpuštěných látek, udává se v mmol/kg, u dospělého člověka se za normálního příjmu tekutin pohybuje mezi 300 a 900 mmol/kg. Přesné stanovení osmolality se provádí stejně jako u krve pomocí osmometrů, přibližnou hodnotu je možné také spočítat s využitím látkových koncentrací Na^+ , K^+ , NH_4^+ a močoviny v moči. Relativní specifická hmotnost (relativní hustota) je určena hmotnostní koncentrací rozpuštěných látek, zohledňuje tedy na rozdíl od osmolality i molekulovou hmotnost obsažených látek. Za fyziologické jsou u dospělého člověka

považovány hodnoty 1,020-1,040, u dehydratace se objevuje vyšší relativní specifická hmotnost (Muntau, 2009; Wikiskripta, 2015).

Ke kvantitativnímu hodnocení stavu hydratace je možné použít také sliny. Následkem snížení množství vody v těle dochází k nárůstu osmolality slin a množství celkových proteinů ve slinách (Walsh et al., 2004).

Odlišný mechanismus využívá měření tělesné vody pomocí bioelektrické impedance (BIA). Do těla je přiváděn střídavý proud nízké intenzity. V biologických strukturách se tvoří odpor, který závisí na frekvenci. Zatímco extracelulární a intracelulární tekutiny vedou elektrický proud, biologické membrány fungují jako elektrické kondenzátory. Při nízkých frekvencích proud prochází extracelulární tekutinou, při vysokých proniká i intracelulárně, takže tělesné tekutiny a elektrolyty způsobují elektrickou konduktanci a buněčné membrány jsou zodpovědné za kapacitanci (Lukaski, Bolonchuk, Hall, & Siders, 1986; Nyboer, 1972/1991). Korelaci mezi BIA a objemem celkové tělesné vody popsali už Hoffer, Meadow a Simpson (1969).

2.1.9 Ovlivnění stavu hydratace pro výzkumné účely

Ke zjištění vlivu hydratace je vhodné tento stav řízeně ovlivňovat. Existuje několik metod, jak u účastníků studií dosáhnout stavu dehydratace. Vystavení subjektů vysoké teplotě využívají například Gopinathan, Pichan a Sharma (1988), nebo Cian, Barraud, Melin a Raphel (2001), druhá skupina snižovala množství tělesné vody také cvičením na běžeckém pásu, jiné studie využívaly ergometry (Kempton et al., 2011). Objevují se i přístupy kombinující cvičení a zvýšenou teplotu, případně cvičení a diuretika (např. Ganio et al., 2011). Také je možné omezit příjem tekutin, čehož využili například Edmonds a Jeffes (2009).

Opačným přístupem je dosažení optimální hydratace podáním vody, nebo jiných tekutin testovaným subjektům (např. Edmonds, Crombie, Ballieux, Gardner, & Dawkins, 2013; Trinies, Chard, Mateo, & Freeman, 2016).

2.2 Kognitivní schopnosti

2.2.1 Definice kognice a kognitivních procesů

Poznávání (kognice) je definováno jako stavy a procesy týkající se vědění, včetně vnímání a usuzování. V rámci poznávání dochází k získávání znalostí pomocí vědomých i nevědomých procesů jako je chápání, rozeznávání, tvoření myšlenek a zdůvodňování (Encyclopaedia Britannica, 2017).

V rámci kognitivních schopností se rozděluje šest hlavních domén, nicméně jsou všechny propojené. Výkonné funkce zahrnují mimo jiné zdůvodňování, plánování, tvorbu konceptu, hodnocení nebo strategické myšlení. Mezi paměťové funkce se řadí krátkodobé i dlouhodobé ukládání, uchovávání a vyvolání informace a také pracovní paměť. K dalším poznávacím schopnostem patří pozornost, vnímání, psychomotorické funkce a jazykové dovednosti (Schmitt, Benton, & Kallus, 2005).

Mnoho faktorů ovlivňuje kognitivní funkce, jedná se například o náladu, motivaci, bdělost, nebo stav tělesné pohody (Schmitt et al., 2005).

2.2.2 Hodnocení kognitivních schopností u dětí

Mentální stav a poznávací funkce se často měří v klinické praxi, diagnostice i při experimentech, za účelem hodnocení různých vlivů nemocí, stárnutí, drog, výživy a dalších faktorů na centrální nervový systém. Pro správný výsledek vědecké práce je třeba zvolit vhodnou metodu hodnocení duševních schopností.

Neuropsychologické testy se mohou primárně, s určitou mírou specifity, zaměřovat na jednu kognitivní funkci, nebo pojímat výsledek jako komplex poznávacích schopností. Testy na počítačích přináší výhodu standardní prezentace a přesného zachycení odpovědí, s patřičnými úpravami je lze použít i u dětí a seniorů. Testy v papírové formě je na druhou stranu možné využít téměř kdekoliv, bez požadavků na technické vybavení, výhodou je i osobní přístup (Schmitt et al., 2005).

Základem pro rozvoj kognitivních schopností dětí je vývoj mozku. Vliv výživy, včetně stavu hydratace, bude pravděpodobně malý, protože se jedná jen o jeden z mnoha faktorů, což zdůrazňuje nutnost výběru vhodného způsobu měření. Testy pro děti by měly mít dobré psychometrické vlastnosti, ideálně podstoupit standardizaci pro danou zemi, případně kulturu. Zásadním parametrem je citlivost vzhledem k sledovanému nutrientu a to, aby postihly variabilitu výsledků – nesmí být pro testovanou skupinu dětí příliš lehké, ani příliš těžké (Hughes & Bryan, 2003).

Vhodné testy, jak je ve svém hodnocení metod měření kognitivního výkonu uvádí Hughes a Bryan (2003), jsou zpracovány v Tabulce 2. Dále je podle těchto autorů možné použít známky ve škole, nebo hodnocení učitelů jako měřítko akademických úspěchů, případně jiné testy.

Tabulka 2

Testy kognitivních schopností

Test	Cílená kognitivní schopnost	Úkol
Visual Attention	Pozornost – schopnost soustředění a odolnost vůči rozptýlení	Najít a označit výskyt určitého jevy (např. kočka)
Creature Counting	Pozornost – „přepínání“ pozornosti	Střídavě přičítat a odčítat
Digit (Number) Span Forwards	Pozornost – rozsah sluchové pozornosti a schopnost soustředění na slyšenou informaci	Opakovat série číslic, které dítě slyší od zkoušejícího
Symbol Search	Rychlost zpracování informací	Najít určitý symbol
Coding	Rychlost zpracování informací	Vytvořit dvojici tvar-symbol, nebo číslo-symbol
Digit Span Backwards	Učení a paměť – pracovní paměť pro slyšené informace	Opakovat slyšené sekvence čísel pozpátku
RAVLT (Rey Auditory Verbal Learning Test)	Učení a paměť	Zapamatovat si 15 nesouvisejících slov a následně je rozpoznat v seznamu mezi jinými slovy
Block Design	Výkonné funkce – vizuálně-prostorová orientace, řešení problému, tvorba konceptu	Za pomoci bílých a červených kostek postavit konstrukci podle nákresu

Test	Cílená kognitivní schopnost	Úkol
Verbal Fluency	Výkonné funkce – strategické vyhledávání	Vymyslet co nejvíce slov začínajících na určité písmeno, nebo patřících do vybrané sémantické kategorie
Design Fluency	Výkonné funkce – strategické vyhledávání	Vytvořit co nejvíce možných nových konstrukcí
Stroop test	Výkonné funkce – ostražitost a schopnost vyhnout se informacím irelevantním k úkolu	Ignorovat obvyklou odpověď – například přečíst název barvy
WISC-III (zahrnuje 13 subtestů)	Inteligence – verbální a neverbální dovednosti	

Poznámka. Zdroj informací Hughes a Bryan (2003).

Odlišný přístup hodnocení poznávacích dovedností představují elektrofyziologická měření jako elektroencefalogramy (EEG) s kognitivním evokovaným potenciálem (ERP), které poskytují náhled na lokalizaci a účinnost mnoha kognitivních procesů. Funkční magnetická rezonance (fMRI), pozitronová emisní tomografie (PET) a magnetoencefalografie (MEG) umožňují sledovat aktivaci částí mozku spojených s konkrétním poznávacím úkolem (Schmitt et al., 2005).

Nálada a stav fyzické pohody se obvykle hodnotí subjektivně pomocí vizuální analogové stupnice, nebo dotazníků (Schmitt et al., 2005).

2.3 Vztah stavu hydratace a kognitivních schopností

Již mnoho publikací se od 18. století věnovalo vztahu hydratace a fyzického výkonu. Ukázaly, že nedostatečný příjem tekutin významně snižuje sílu, rychlost i vytrvalost (Judelson et al., 2007; Murray, 2007). Vliv množství tělesných tekutin na kognitivní schopnosti oproti tomu není tak důkladně prozkoumán (Adan, 2012).

2.3.1 Výzkumy u dospělých subjektů

Jelikož silná dehydratace vede k závažnému poškození mozkových funkcí, nabízí se předpoklad, že mírný nedostatek tekutin také ovlivní centrální nervovou soustavu, například některé kognitivní schopnosti (Wilson & Morley, 2003). Gopinathan et al. (1988) testovali 11 zdravých dospělých dehydratovaných následkem restrikce vody a cvičení v horku. Zhoršení matematických schopností, krátkodobé paměti a vizuomotorických funkcí korelovalo se závažností dehydratace. Podobně Cian et al. (2000) popisují zhoršení kognitivních schopností (rozlišování vjemů, psychomotorických dovedností a krátkodobé paměti) u dehydratovaných jedinců, zajímavým výsledkem bylo zlepšení krátkodobé paměti u hyperhydratované skupiny a udržení úrovně dlouhodobé paměti po cvičení této skupiny, zatímco u euhydratovaných a dehydratovaných účastníků studie došlo po fyzickém výkonu ke zhoršení dlouhodobé paměti.

Problematika dehydratace a kognitivních schopností dospělých byla zkoumána i v následujících letech. Ganio et al. (2011) popisují negativní změny ve vigilitě a pracovní paměti a zvýšené napětí, úzkost a únavnost za stavu mírné dehydratace. Vztah konzumace vody ke kognitivním schopnostem a náladě po rozboru několika publikací zpracovávají i Masento, Golightly, Field, Butler a Van Reekum (2014), kteří potvrzují negativní účinky mírné dehydratace na pozornost, psychomotorické funkce a pracovní paměť. Narůstající evidenci neblahých účinků dehydratace pozoruje také Adan (2012). Obě zmíněné práce ale poukazují na velkou variabilitu výsledků a nekonzistentní metodiku výzkumů. Studie autorů Benton, Jenkins, Watkins a Young (2016) zaznamenává pozitivní vliv pití vody na kognitivní schopnosti už při mírné dehydrataci (ztráta méně než 1 % tělesné hmotnosti).

Benton (2011) na základě srovnání dřívějších studií uvádí, že za běžných životních podmínek existuje pouze málo důkazů o narušení kognitivních schopností mladých dospělých dehydratací. Výzkumů se obvykle účastní mladí zdraví dobrovolníci, kteří k dosažení dehydratace cvičí, někdy v horku. Výsledkem je kromě dehydratace například i zvýšená teplota, nebo únava, což může ovlivnit skóre v kognitivních testech. Také Secher a Ritz (2012) zaujímají v případě studií na dospělých kritický postoj. Poukazují na problematiku komplexní hodnocení provedených výzkumů kvůli rozdílům v metodice.

2.3.2 Výzkumy u subjektů v seniorském věku

Jak bylo řečeno v úvodu, staří lidé jsou z pohledu dehydratace zranitelnější než mladší dospělí a nízké hladiny tekutin u nich představují zdravotní riziko (Suhr, Hall, Patterson, & Niinistö, 2004). Wakefield, Menten, Holman a Culp (2009) na základě čtyřleté studie uvádí, že 3,5 % hospitalizovaných pacientů bylo dehydratovaných a tendence stoupá. Data výběru z těchto pacientů o věkovém průměru 63,6 let byla dále analyzována. Pacienti, kteří byli během pobytu v nemocnici dehydratováni, měli významně vyšší úmrtnost oproti kontrole. Pravděpodobnost úmrtí po propuštění z nemocnice narostla téměř dvojnásobně.

Vztah úrovně hydratace a kognitivních schopností zatím nebyl u starých lidí důkladně prozkoumán (Pross, 2017). Suhr et al. (2004) u 28 seniorů pozorovali zpomalení psychomotorických procesů a zhoršení pozornosti a paměti v souvislosti s nižším stavem hydratace. Další studie zaměřená na ženy po menopauze ukázala korelaci mezi hydratací a pracovní pamětí a paměťovými dovednostmi, ale po započítání diastolického krevního tlaku byla statistická významnost výsledků snížena, pokud byl vzat v úvahu systolický tlak krve, nebyly statisticky významné (Suhr, Patterson, Austin, & Heffner, 2010). Ainslie et al. (2002) srovnávali dvě skupiny ve věku 24 ± 3 a 56 ± 3 roky. Všichni účastníci podstoupili deset dní horské turistiky o vysoké intenzitě, průměrně denně ušli 21 kilometrů s převýšením 1160 metrů. Pouze u starší skupiny se objevila dehydratace, která korelovala s pomalejšími odpověďmi v testech a sníženou fyzickou výkonností. Ackland et al. (2008) naopak vztah mezi dehydratací a kognitivními schopnostmi nepotvrzují. Výsledky testů výkonných funkcí, schopnosti učení, vyvolání informace, ani rychlosti motoriky u starších pacientů, u kterých došlo v rámci přípravy na kolonoskopii ke snížení tělesné vody o 2,6 %, se významně nelišily od kontrolní skupiny, ani populačního průměru.

Secher a Ritz (2012) uvádí, že data spojující mírnou dehydrataci a kognitivní funkce seniorů nejsou i vzhledem k heterogenitě studií dostatečně průkazná.

2.3.3 Výzkumy u dětských subjektů

Tato práce se primárně zaměřuje na souvislost stavu hydratace a kognitivních schopností u dětí, které patří spolu se seniory k rizikovým skupinám (D'Anci et al., 2006), jak bylo popsáno v úvodu. Navození dehydratace by u dětí bylo eticky problematické (Secher & Ritz, 2012), objevují se jiné přístupy.

Edmonds a Burford (2009) testovali 58 dětí průměrně 10,1 let starých. První skupině dětí podali vodu a druhé ne. U dětí, které pily, bylo zjištěno lepší percepční rozlišování a vizuální pozornost, na stejné úrovni s kontrolní skupinou zůstala krátkodobá paměť a psychomotorické dovednosti. V následující studii (Edmonds & Jeffes, 2009) na 23 dětech o věkovém průměru 7,3 let se u skupiny dostávající vodu zlepšila nálada, vizuální pozornost a vyhledávání, neovlivněna zůstala vizuální paměť a vizuomotorický výkon. Edmonds et al. (2017) testovali vliv objemu podané vody u 60 dětí od 7 do 10 let. První skupina dětí dostala 25 ml, druhá 300 ml, třetí představovala kontrolu. U dětí, které vypily 25 i 300 ml se zlepšila vizuální pozornost v závislosti na dávce, nálada a paměť se ani u jednoho objemu tekutin nezměnily, ačkoliv u dospělých se po vypití 300 ml paměť zlepšila. Podle očekávání větší nápoj u dětí snížil žízeň, ale podání 25 ml vody ji naopak zhoršilo.

Fadda et al. (2012) také částí z 168 dětí od 9,1 do 10,9 let podávali vodu, aby z 1000 ml (ve dvou dávkách) za den vypily kolik chtějí, průměrně se jednalo o 624,5 ml. Byla měřena osmolalita moči této a kontrolní skupiny. Hodnoty osmolality nad 800 mosm/kg H₂O byly klasifikovány jako dehydratace. U dětí suplementovaných vodou se stav hydratace od rána do odpoledne zlepšil, zatímco u kontrolní skupiny došlo ke zhoršení. Výsledky ukázaly korelaci mezi úrovní hydratace a krátkodobé paměti, změny u vizuálně-prostorových dovedností, rychlosti aplikace aritmetických operací a selektivní pozornosti nebyly významné, test verbální analogie dopadl navzdory očekávání lépe u dehydrovaných dětí. Na základě výsledků autoři usuzují, že dehydratace ovlivňuje jen některé kognitivní schopnosti a vztah mezi hydratací a kognitivními výstupy nemusí být lineární.

Benton a Burgess (2009) ve dvou dnech hodnotili poznávací funkce 40 dětí od 8,3 do 8,8 let. Sledován byl rozdíl ve výkonu po podání 300 ml vody nebo bez suplementace vodou. Po podání vody se zlepšila paměť, k ovlivnění pozornosti však nedošlo.

Trinies et al. (2016) dávali částí z 279 dětí od 8 do 17 let láhev s vodou, aby podle libosti pily. Ačkoliv se u této skupiny výrazně zlepšila hydratace, nebyly nalezeny rozdíly v testech vizuomotorických dovedností, vizuální, ani krátkodobé paměti. Zlepšení nastalo u jednoho ze dvou testů vizuální pozornosti.

Perry, Rapinett, Glaser a Ghetti (2015) pozorovali u 52 dětí od 9 do 12 let suplementovaných 750 ml vody pozitivní vliv na pracovní paměť a pozornost, nezměnila se krátkodobá paměť.

Bar-David et al. (2005) při výzkumu zahrnujícím 51 dětí od 10,1 do 12,4 let nezasahovali do příjmu vody, ale pouze měřili osmolalitu moči pro vyjádření stavu hydratace dětí a zkoumali vztah stupně hydratace a dosažených výsledků v kognitivních testech. Část dětí byla dostatečně hydratovaná a část dehydratovaná. Ranní testování neposkytlo významné rozdíly mezi hydratovanými a dehydratovanými dětmi, s výjimkou testu paměti Number span, kde lépe uspěly hydratované děti (osmolalita moči pod 800 mosm/kg H₂O). Odpolední měření ukázalo významné zlepšení hydratované skupiny ve čtyřech z pěti kognitivních testů.

Khan et al. (2015) určovali celkový příjem vody 63 dětí od 8 do 9 let ze tří denního záznamu jídelníčku – přísun pitné vody, nápojů a vody v potravě. Vyšší celkový příjem vody koreloval se zlepšením výkonných funkcí, včetně zkrácení reakčního času.

Kempton et al. (2011) sledovali strukturu a funkce mozku 10 dobrovolníků (průměrně 16,8 let starých) za běžného stavu a s dehydratací navozenou jízdou na ergometru ve 3 speciálně vybraných vrstvách oblečení použitých za účelem zvýšení teploty, nebo stejným cvičením v obyčejném oblečení. Podle očekávání byly ztráty vody v souvislosti se zvýšenou teplotou vyšší. Dehydrataci autoři spojují se zvětšením mozkových komor, během testu výkonných funkcí Tower of London došlo oproti kontrole k výraznějšímu nárůstu v aktivaci frontoparietální oblasti mozku. V kognitivních schopnostech nebyly zjištěny rozdíly, podle autorů dehydrovaní účastníci studie vyvinuli vyšší neuronální aktivitu, aby dosáhli stejných výsledků jako kontrola.

D'Anci et al. (2006) po zhodnocení 1 studie týkající se dětí od 10 do 12 let a 3 studií sledujících mladé dospělé stejně jako Secher a Ritz (2012) na základě čtyř odborných prací týkajících se dětí od 6 do 12 let poukazují na možný pozitivní efekt hydratace na kognitivní funkce, jehož potvrzení však vyžaduje další výzkum. Benton (2011) na základě rozboru čtyř intervenčních studií zahrnujících celkem 143 dětí od 6 do 9 let popisuje zlepšení paměti a pozornosti u dětí suplementovaných vodou. Děti jsou podle jeho závěrů jedinou věkovou skupinou s konzistentními výsledky výzkumů, nicméně je k dispozici málo informací.

2.3.4 Mechanismus působení dehydratace na kognitivní funkce

Jakým způsobem dehydratace ovlivňuje kognitivní schopnosti je předmětem různých teorií. Wilson a Morley (2003) uvádějí jako možné hormonální a buněčné teorie, pravděpodobně v kombinaci. Tyto teorie shrnuje Tabulka 3.

Hormonální teorie zahrnují působení kortizolu, antidiuretického hormonu (ADH) a syntázy oxidu dusnatého (NOS). Dehydratace vede ke zvýšení hladin kortizolu, jak ukazuje i letošní studie zabývající se hormonálními odpověďmi profesionálních hráčů během tenisových zápasů (López-Samanes, Pallarés, Pérez-López, Mora-Rodríguez, & Ortega, 2018). Vedhara, Hyde, Gilchrist, Tytherleigh a Plummer (2000) uvádí, že kortizol moduluje kognitivní procesy. Na základě testování 60 studentů v průměrném věku 22 let spojují úbytek kortizolu se zlepšením krátkodobé paměti a zhoršením pozornosti. Quent, McCullough, Sazma, Wolf a Yonelinas (2018) naopak popisují zlepšení ve vyvolání informací a poznávání založeného na vzpomínkách v souvislosti s vyšší hladinou kortizolu. Zvýšené množství ADH při hypovolémii je důsledkem aktivace systému renin-angiotenzin, jak bylo popsáno výše (Silbernagl & Despopoulos, 2004). ADH vede podle studie na pacientech trpících schizofrenií ke zlepšení okamžité, krátkodobé i dlouhodobé paměti a zvýšení paměťového kvocientu (Geng et al., 2017). Studie na zvířatech ukazují zvýšení aktivity NOS následkem dehydratace (Netti et al., 2016). Gertz et al. (2006) na základě testů na myších uvádí, že endoteliální NOS podporuje novotvorbu cév a tok krve do mozku, což může zlepšovat kognitivní funkce.

Mezi buněčné teorie patří mitochondriální dysfunkce, vliv glutamátu a cytokinů. U dehydrovaných krys bylo nalezena dysfunkce mitochondrií (Wilson & Morley, 2003). Poškozené mitochondrie netvoří dostatek energie, takže neuronální buňka nedokáže udržet normální gradient iontů. Otevřou se napětově řízené kanály pro vápník, což vede až ke smrti buňky (Martin, Lloyd, & Cowan, 1994; Nishida et al., 2012). King, Toney, Tian a Javors (2011) uvádí, že dehydratace zvyšuje vychytávání glutamátu do paraventriculárního jádra hypothalamu. Výrazné zvýšení extracelulární koncentrace excitačních aminokyselinových neuromediátorů, jako je glutamát, může potom vést k neuronální smrti (Martin et al., 1994). Příkladem působení cytokinů může být interleukin 6 (IL-6), jehož nárůst je způsobem akutním cvičením v horku za restrikce tekutin (Costello et al., 2018). IL-6 je podle Wennström et al. (2015) zahrnutý v patologii demence a zhoršení kognice.

Tabulka 3

Teorie hormonální a buněčné odpovědi na dehydrataci.

Hormonální nebo buněčná odpověď	Vliv na kognitivní funkce
Hyperkortizolémie	Zhoršení aktivního učení, krátkodobé a verbální paměti
Zvýšené hladiny ADH	Zlepšení paměti
Zvýšené uvolňování syntázy oxidu dusnatého	Udržení kognitivních funkcí i ve stavu dehydratace
Mitochondriální dysfunkce	Aktivace napětově řízených vápenatých kanálů vedoucí k neuronální smrti
Hypertransmise glutamátu	Změny buněčné energetiky, snížená aktivita adenylátcyklázy a mobilizace nitrobuněčného vápníku
Uvolnění cytokinů	Možné mediátory akutní odpovědi na dehydrataci vyvolanou teplem

Poznámka. Informace čerpány z Wilson a Morley (2003).

3 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

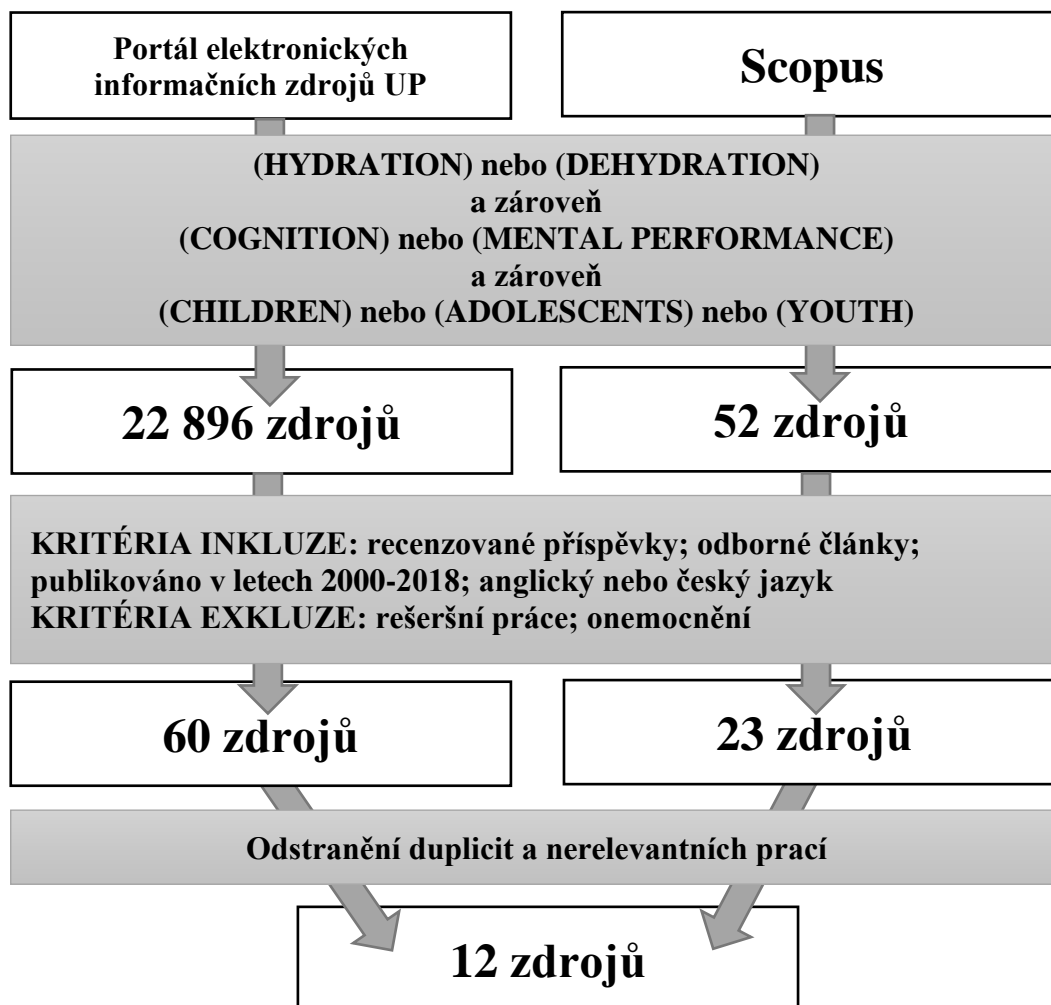
Hlavním cílem bakalářské práce bylo shrnout současné poznatky o vlivu hydratace na kognitivní schopnosti dětí školního věku.

Výzkumné otázky:

- Ovlivňuje stav hydratace kognitivní schopnosti dětí, je případné působení pozitivní, nebo negativní?
- Které kognitivní schopnosti mohou být ovlivněny hydratací?
- Jaká míra hydratace je potřebná pro působení na kognitivní funkce?
- Existuje rozdíl mezi chlapci a dívkami?
- Jaký efekt má v této problematice zeměpisná oblast?

4 METODIKA

4.1 Postup třídění zdrojů



Obrázek 1. Schéma třídění zdrojů

Vyhledávání adekvátních zdrojů (Obrázek 1) pro sepsání bakalářské práce probíhalo dne 14. dubna 2018 na Portálu elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého (<http://ezdroje.upol.cz/>), který sdružuje množství databází poskytujících informace pro vědu, výzkum a výuku. K doplnění zdrojů byla použita databáze Scopus (<https://www.scopus.com/>) kvůli širokému obsahu odborných publikací.

V první fázi třídění dat byly vybrány práce zahrnující v titulu, abstraktu, nebo klíčových slovech výrazy hydration (hydratace) nebo dehydration (dehydratace), zároveň alespoň 1 z termínů cognition (kognice, poznávání) a mental performance (duševní výkon) a zároveň slovo children (děti), adolescents (dospívající), nebo youth (mladistvý). Portál elektronických zdrojů UP poskytl 22 896 výsledků, databáze Scopus 52.

Ve druhé fázi byly vyhledané práce omezeny na recenzované příspěvky, odborné články publikované v letech 2000 až 2018 v českém, nebo anglickém jazyce. Vyloučeny byly rešeršní práce a téma onemocnění. Tímto způsobem bylo získáno 60 publikací z Portálu elektronických zdrojů UP a 23 z databáze Scopus.

Závěrečným krokem třídění dat bylo odstranění opakujících se výsledků a prací nerelevantních ve vztahu k tématu bakalářské práce. Vybraných 12 experimentálních publikací je uvedeno v Tabulce 5.

4.2 Hodnocení zdrojů

Zdroje byly ohodnoceny bodovým systémem zobrazeným v Tabulce 4, který byl vytvořen pro potřeby této práce. Systém zohledňuje mimo jiné kvalitativní parametry výzkumných studií a množství jejich účastníků.

Kritéria byla volena na základě průměrných hodnot: průměrný impakt faktor 3,02; průměrná velikost populace 74; průměrný počet citací 25. Další body byly připsány kontrolovaným, nebo průřezovým a randomizovaným studiím (Tabulka 4).

Tabulka 4

Kritéria hodnocení zdrojů.

Kritérium	Body
Impakt faktor periodika 2016* > 3,02	+ 1
Populace > 74	+ 1
Počet citací článku** > 25	+ 1
Kontrolovaná nebo průřezová studie	+ 1
Randomizovaná studie	+ 1
Maximální možné skóre	5

Poznámka. *dle Web of Science; **dle Web of Science k 15. 4. 2018

5 VÝSLEDKY

Výše popsaným tříděním bylo získáno 12 zdrojů. Jejich přehled a hodnocení je zpracováno v Tabulce 5.

Tabulka 5

Přehled vybraných zdrojů.

Studie	Cíl	Populace	Geografická oblast	Hodnocení
Bar-David, Urkin, & Kozminsky (2005)	Popsat výskyt dobrovolné dehydratace, determinovat vztah mezi dosaženým skóre v kognitivních testech a stavem hydratace žáků	51 žáků 19 chlapců 21 dívek 10,1-12,4 let Průměr 11,1 let	Izrael, pouštní region	2
Benton & Burgess (2009)	Prozkoumat efekt konzumace vody na paměť a pozornost dětí	40 dětí 22 chlapců 18 dívek 8,3-8,8 let Průměr 8,6 let	Velká Británie, Jižní Wales	3
Booth, Dawkins, Moore, Gentile-Rapinett, & Edmonds (2015)	Zhodnotit vliv konzumace vody na výkony vyžadující jemnou motoriku u dětí školního věku	57 dětí Pohlaví neuvedeno Rozpětí věku neuvedeno Průměr 10,1 let	Velká Británie, Londýn	1

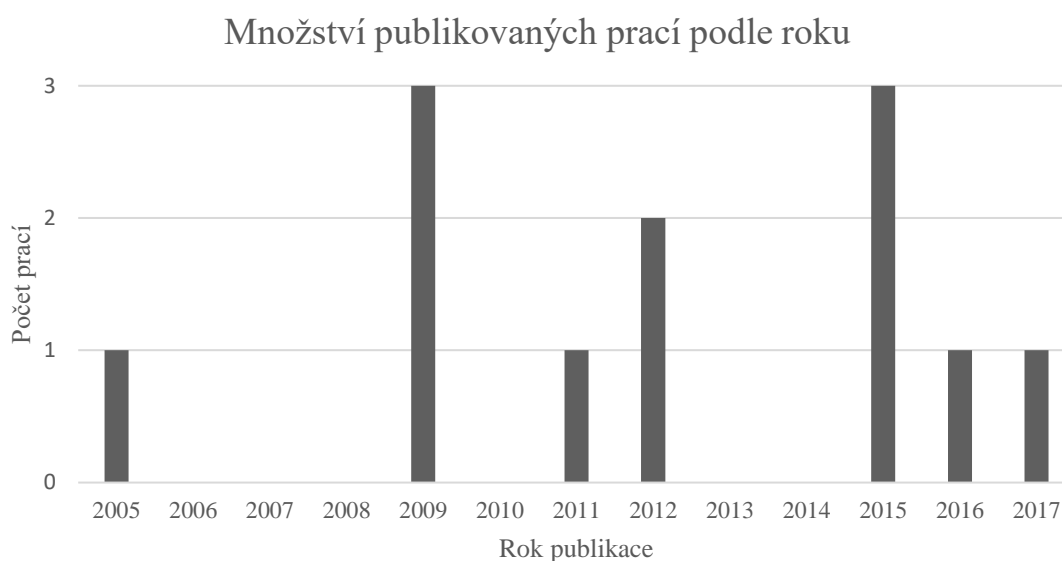
Studie	Cíl	Populace	Geografická oblast	Hodnocení
Edmonds & Burford (2009)	Popsat vliv zvýšení příjmu vody na kognitivní výkon dětí	58 dětí 26 chlapců 32 dívek 7-9 let Průměr 8,3 let	Velká Británie, Londýn	4
Edmonds et al. (2017)	Zhodnotit vliv suplementace vodou na kognitivní schopnosti a náladu dětí a dospělých v závislosti na dávce	60 dětí 25 chlapců 35 dívek 7-10 let Průměrný věk neuveden	Velká Británie, Londýn	3
Edmonds & Jeffes (2009)	Zjistit, zda pití vody zlepšuje kognitivní výkon dětí	23 dětí 9 chlapců 14 dívek 6,7-7,7 let Průměr 7,3 let	Velká Británie	3
Fadda et al. (2012)	Popsat vliv zvýšení příjmu vody na kognitivní výkon dětí	168 dětí 82 chlapců 86 dívek 9,1-10,9 let Průměr 10,2 let	Itálie, Sardinie	5
Jones & Smallwood (2012)	Prozkoumat, jestli dostupnost tekutin ve třídě ovlivňuje kognitivní schopnosti a paměť u žáků druhého stupně	27 žáků Pohlaví neuvedeno Věk neuveden (2. stupeň)	Spojené státy americké, Texas	2

Studie	Cíl	Populace	Geografická oblast	Hodnocení
Kempton et al. (2011)	Popsat působení dehydratace na mozkové funkce	10 účastníků 5 chlapců 5 dívek Rozpětí věku neuvedeno Průměr 16,8 let	Velká Británie, Chichester	4
Khan et al. (2015)	Prozkoumat vztah mezi celkovým příjmem vody a kognitivní kontrolou prepubertálních dětí	63 dětí Pohlaví neuvedeno 8-9 let Průměr 8,6 let	Spojené státy americké, Illinois	2
Perry, Rapinett, Glaser, & Ghetti (2015)	Otestovat hypotézu, že přínos pití vody na pracovní paměť a pozornost závisí na stavu hydratace dítěte a renální odpovědi na přísun vody	52 dětí 26 chlapců 26 dívek 9-12 let Průměr 10,5 let	Spojené státy americké, Kalifornie	2
Trinies et al. (2016)	Zhodnotit účinek podání vody na kognici	279 dětí 132 chlapců 147 dívek 8-17 let Průměr 12,7 let	Zambie, Chipata	3

Studie se věnují celkem 888 dětem od 6 do 17 let z různých zeměpisných oblastí, konkrétně Velké Británie, Zambie, Itálie, Izraele a Spojených států amerických (Illinois, Texas a Kalifornie).

5.1.1 Časové rozložení studií

Jedním z kritérií výběru prací bylo publikování v letech 2000-2018. Po provedení další selekce zbyly studie vydané 2005-2017. Počty prací publikovaných v daných letech uvádí Obrázek 2.



Obrázek 2. Množství publikovaných prací podle roku.

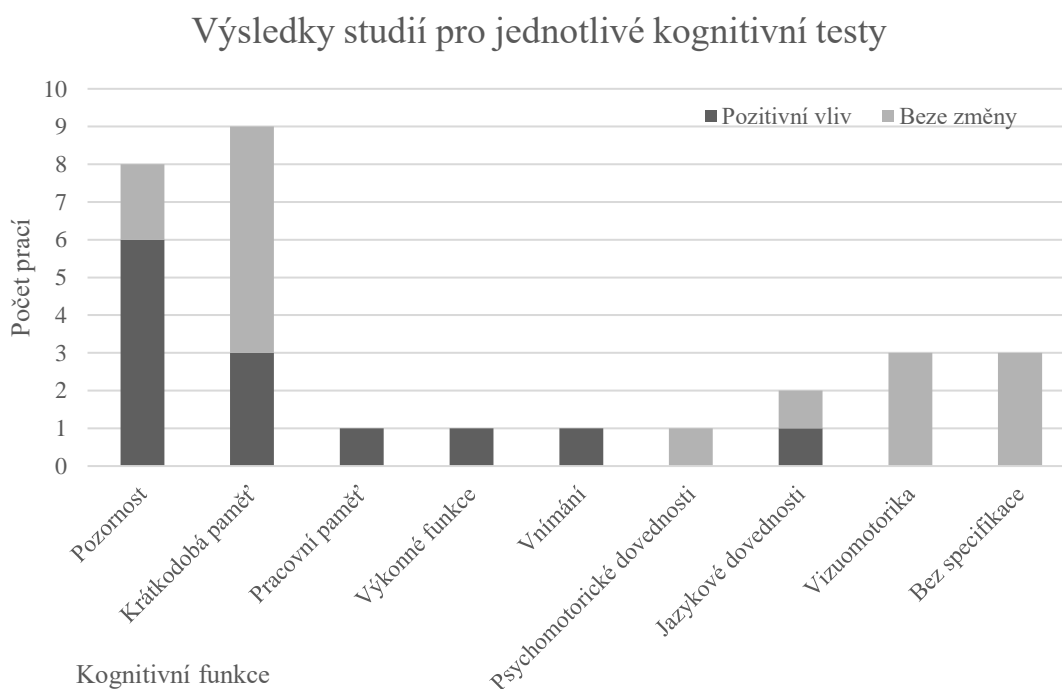
5.1.2 Kognitivní schopnosti

Práce měří různé kognitivní schopnosti – krátkodobou a pracovní paměť, pozornost, výkonné funkce, vizuomotorické dovednosti, vnímání, psychomotorické dovednosti, jazykové dovednosti, nebo kognitivní funkce bez bližší specifikace. Počty studií popisující pozitivní a nezměněné výsledky pro jednotlivé kognitivní schopnosti jsou shrnuty v Tabulce 6 a Obrázku 3. Ke zlepšení došlo u většiny prací týkajících se pozornosti, pracovní paměti, výkonných funkcí a vnímání. Většina studií zaměřených na krátkodobou paměť, psychomotorické funkce a vizuomotorické dovednosti nenaměřila rozdíl oproti kontrole. Jazykové dovednosti byly podle studie Bar-David et al. (2005) u hydratovaných dětí lepší, Fadda et al. (2012) popisují vyšší skóre v testech verbální analogie naopak u dehydratovaných dětí.

Tabulka 6

Výsledky studií pro jednotlivé kognitivní schopnosti

Kognitivní funkce	Pozitivní vliv hydratace	Beze změny, nebo negativní vliv	Pozitivní efekt [%]
Pozornost	6	2	75,0
Krátkodobá paměť	3	6	33,3
Pracovní paměť	1	0	100,0
Výkonné funkce	1	0	100,0
Vnímání	1	0	100,0
Psychomotorické funkce	0	1	0,0
Jazykové dovednosti	1	1	50,0
Vizuomotorické dovednosti	0	3	0,0
Bez specifikace	0	3	0,0



Obrázek 3. Výsledky studií pro jednotlivé kognitivní testy.

Většina prací hodnotila více různých kognitivních funkcí. Zlepšení alespoň jedné z nich bylo dosaženo u 9 prací z 12 (75 %).

5.1.3 Ovlivnění hydratace subjektů

2 studie neovlivňovaly stav hydratace hodnocené populace, pouze měřily osmolalitu moči (Bar-David et al., 2005), nebo celkový příjem tekutin na základě jídelníčku (Khan et al., 2015). Ostatní práce zvyšovaly hydrataci podáváním vody (objemy uvádí Tabulka 7), nebo ji snižovaly cvičením, případně cvičením za zvýšené teploty (Kempton et al., 2011).

Tabulka 7

Objem podané vody

Studie	Objem podané vody [ml]
Benton & Burgess (2009)	300
Booth et al. (2015)	500
Edmonds & Burford (2009)	Až 250 (průměrně 211,7)
Edmonds et al. (2017)	25 nebo 300
Edmonds & Jeffes (2009)	Až 500 (průměrně 409,1)
Fadda et al. (2012)	Až 1000 (průměrně 624,5)
Jones & Smallwood (2012)	Podle libosti (přesně neuvedeno)
Perry et al. (2015)	750
Trinies et al. (2016)	1 láhev (přesně neuvedeno)

5.1.4 Objem vody a kognice

Alespoň jedna z hodnocených kognitivních schopností byla po suplementaci vodou významně ovlivněna v 7 z 9 případů. Pozitivní efekt měl i nejmenší objem podané vody – 25 ml, ve studii provedené (Edmonds et al., 2017).

5.1.5 Věk

Věkové složení subjektů nelze jednoduše zobecnit, protože někteří autoři uvádějí pouze průměrný věk dětí, případně jen věkové rozmezí. Například v případě Edmonds et al. (2017) je skupina věkově jednotná (6,7-7,7 let), naopak Trinies et al. (2016) pracuje s dětmi od 8 do 17 let. Při hrubém rozdělení podle průměrného věku na mladší (≤ 9 let) a starší (≥ 10 let) nebyly objeveny významné rozdíly. (Práce Trinies et al. (2016) byla kvůli nemožnosti přiřadit kognitivní schopnosti k věku vyřazena.)

5.1.6 Pohlaví

Studii se zúčastnilo vyrovnané množství dívek a chlapců – 52,6 % (384) a 47,4 % (346). V některých publikacích nebylo pohlaví dětí uvedeno. Rozdílu mezi kognitivními schopnostmi chlapců a dívek v závislosti na hydrataci se žádná práce nevěnuje, v rámci výsledků nejsou skupiny rozlišeny.

5.1.7 Geografická oblast

Vybrané výzkumy probíhaly ve 2 podnebných pásech – 7 prací v mírném pásu (Velká Británie, USA – Illinois) a 5 prací v subtropickém pásu (Izrael, Itálie – Sardinie, USA – Kalifornie a Texas, Zambie). Dvě ze tří prací, které nenalezly vliv stavu hydratace na kognitivní schopnosti (Booth et al., 2015; Kempton et al., 2011), proběhly v mírném pásu, konkrétně Velké Británii. Mezi různými kognitivními schopnostmi nebyly vzhledem k podnebí významné rozdíly.

6 DISKUSE

Podle let publikace studií zabývajících se vlivem hydratace na kognitivní funkce dětí (Obrázek 2) se jedná o aktuální problematiku, během posledních 5 let bylo například vydáno 5 originálních prací, nicméně se čeká na další publikace potvrzující výsledky a objasňující mechanismy působení. Benton (2011), D'Anci et al. (2006), Edmonds et al. (2017) a jiní autoři poukazují na potřebu pokračujícího bádání.

Základní výzkumnou otázkou bylo zda, případně jak, ovlivňuje stav hydratace kognitivní schopnosti dětí školního věku. Signifikantní efekt na alespoň jeden z aspektů kognitivních funkcí potvrzuje většina (75 %) studií, 1 ze 3 prací, které spojitost nenalezly (Booth et al., 2015), navíc získala nejnižší hodnocení (1), ale výsledky jednotlivých prací lze obtížně srovnávat. Autoři se vždy nevěnovali stejným kognitivním schopnostem, byly použity různé kognitivní testy, velikost populace byla velmi variabilní (10 až 279 dětí), výzkumy byly prováděny v různých klimatických oblastech a lišil se také objem podané vody (pokud proběhla suplementace).

Dalším z cílů bylo určit, které poznávací funkce mohou být hydratací ovlivněny. Při srovnání jednotlivých kognitivních schopností se převážně pozitivní působení hydratace, respektive negativní vliv dehydratace, ukázalo u pozornosti, pracovní paměti, výkonných funkcí a vnímání, nicméně pracovní paměti, výkonným funkcím i vnímání se věnovala vždy jen jedna studie, v případě výkonných funkcí (Khan et al., 2015) nebyla ani intervenční, výsledky by proto bylo vhodné potvrdit dalším výzkumem. V testech pozornosti dosahovaly hydratované děti vyššího skóre v 6 z 8 studií. Pozitivní vliv hydratace na pozornost už dříve popisoval Benton (2011) na základě čtyř intervenčních studií. Souvislost dehydratace a zhoršené pozornosti byla pozorována také u seniorů (Suhr et al., 2004).

Podle vybraných prací na stavu hydratace nezávisí krátkodobá paměť, psychomotorické dovednosti, ani vizuomotorické dovednosti, psychomotorické dovednosti však opět hodnotila jen jedna studie (Edmonds & Burford, 2009), pro jednoznačný závěr by byly třeba i jiné publikace zaměřené na tuto problematiku. Krátkodobá paměť korelovala s hydratací jen ve třetině prací, což je v rozporu se závěry Bentona (2011), který popisuje zlepšení paměti u 2 ze 3 hodnocených studií. Rozdíl lze vysvětlit zahrnutím 5 publikací vydaných po roce 2011, z nichž 4 spojení paměti a hydratace nenacházejí.

Zvláštním případem jsou jazykové dovednosti, které se stavem hydratace korelovaly v jedné studii pozitivně (Bar-David et al., 2005) a ve druhé negativně (Fadda et al., 2012). Fadda et al. (2012) jako možné vysvětlení získaných výsledků uvádí, že použitý test verbální analogie vyžaduje zapojení dlouhodobé paměti nepodléhající vlivu zvýšených hladin kortizolu (Kirschbaum, Wolf, May, Wippich, & Hellhammer, 1996), které se objevují následkem dehydratace.

Dále bylo hodnoceno, jaké množství vody ovlivní kognitivní funkce. Objem podané vody se v jednotlivých studiích lišil, někdy ho nebylo možné přesně určit. Pozitivní působení na pozornost se objevilo už po suplementaci 25 ml vody nejen u dětí, ale i u dospělých (Edmonds et al., 2017). 25 ml tekutin nemohlo významně ovlivnit stupeň hydratace, autoři spekulují, že příčinou mohla být hédonická adaptace na nepříjemné příznaky sucha v ústech. Lepší pocit po podání vody by omezil rozptylování testovaných subjektů. Pro stav hydratace však není důležitý jen příjem tekutin, u dětí bylo jako významný faktor popsáno složení stravy. Stravu dostatečně hydratovaných dětí charakterizoval nízký energetický obsah (Stahl, Kroke, Bolzenius, & Manz, 2007).

Získané výsledky lze vzhledem k pohlaví testovaných dětí interpretovat obecně, protože množství chlapců a dívek bylo rovnoměrné (47,4 % a 52,6 %), na rozdíl od většiny prací zaměřených na dospělé, kde mezi subjekty převládají muži (Benton & Young, 2015). Žádná ze studií se v rámci sledování vlivu hydratace na kognitivní funkce nevěnovala rozdílu mezi pohlavími, i když se odlišnosti v množství tělesné vody ukazují být významné i u dětí (Chumlea et al., 2005), také EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (2010) doporučuje pro chlapce a dívky od 9 let rozdílný příjem tekutin (2100 a 1900 ml). Podle Iglesias et al. (2015) u chlapců spíše hrozí nedostatečná konzumace tekutin, mohly by tedy být ovlivněny i jejich kognitivní schopnosti.

Na základě vybraných studií není zřejmé působení podnebí na vztah hydratace a kognice, efekt klimatické oblasti však není možné objektivně hodnotit, jelikož byly studie prováděny pouze v mírném a subtropickém pásu. Výchozím předpokladem bylo, že suplementace vodou by tedy v teplejších oblastech mohla přinést výraznější zlepšení v kognitivních testech, protože s okolní teplotou stoupají i nároky na hydrataci, jak na dospělých v Japonsku ukazují Tani et al. (2015). Iglesias et al. (2015) popisují rozdílný příjem tekutin dětmi v různých zemích. V Belgii nedosahuje doporučeného příjmu tekutin podle EFSA více než 90 % dětí, nedostatečná konzumace tekutin byla

zjištěna například také v Číně a Francii. Naopak v Uruguayi příjem tekutin u 80 % dětí odpovídá doporučení EFSA, dostatečná konzumace vody byla u většiny dětí naměřena mimo jiné v Indonésii, nebo Turecku. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2010) u svých doporučení nicméně uvádí, že jsou vhodná pro prostředí o mírné teplotě, proto dosažení doporučených hodnot příjmu tekutin v různých podmínkách nemusí odpovídat skutečnému stavu hydratace.

Mezi limity této bakalářské práce patří nízký počet studií publikovaných na téma souvislosti hydratace a kognitivních schopností dětí školního věku, ze kterých vychází. Na malém vzorku populace se nemusí projevit některé důležité aspekty problematiky. Statistické zpracování malého množství dat způsobuje jejich zkreslení. Také jsou porovnávány studie z různých zeměpisných oblastí, sledované děti nejsou stejně staré, míra a způsob intervence i testy kognitivních schopností se u jednotlivých autorů liší. Provedené studie obecně nejsou homogenní, což může do výsledků shrnutí vnášet chyby.

7 ZÁVĚR

Tato práce shrnuje současné poznatky v aktuální problematice vlivu hydratace na kognitivní schopnosti dětí školního věku.

Základními výzkumnými problémami bylo zjistit, zda a případně jaký má zavodnění dětského organismu účinek na poznávací schopnosti a které kognitivní schopnosti jsou ovlivněny. Z rozboru studií vyplývá, že množství vody v organismu souvisí s částí kognitivních schopností. 6 publikací potvrzuje působení na pozornost, objevuje se také vliv na pracovní paměť, výkonné funkce a vnímání popsány vždy v jedné práci. Hydratované děti dosahují v testech zaměřených na pozornost, pracovní paměť, výkonné funkce i vnímání lepších výsledků než dehydratované. Stav hydratace pravděpodobně nemá efekt na psychomotorické a vizuomotorické dovednosti, spíše bez vlivu je krátkodobá paměť. Získaná data neodpovídají dříve publikovaným závěrům, že studie vztahu hydratace a kognitivních schopností dětí, na rozdíl od dospělých a seniorů, poskytují konzistentní výsledky (Adan, 2012; Benton, 2011). Je však třeba mít na paměti, že studie byly prováděny v malém počtu a za odlišných podmínek, řadu výsledků by proto bylo vhodné potvrdit dalším výzkumem.

Další otázkou této práce bylo, jaká míra hydratace je třeba ke zlepšení kognitivních dovedností. Nejnižší objem vody, který při výzkumu zapříčinil zlepšení kognitivních funkcí, je 25 ml, ačkoliv takto nízký objem podané vody nemůže výrazně ovlivnit stav zavodnění (Edmonds et al., 2017).

Otázku vlivu pohlaví na vztah hydratace a poznávacích schopností nebylo možné na základě dostupných studií zodpovědět, autoři prezentovali pouze výsledky pro smíšené skupiny.

Další výzkumnou otázkou bylo, zda má na problematiku hydratace vliv geografická poloha. Předmětné studie probíhaly v mírném a subtropickém klimatu a poskytly srovnatelné výsledky. Výzkumy z chladných oblastí či tropů nebyly provedeny, nebo publikovány.

Problematika vlivu hydratace na kognitivní schopnosti dětí zůstává málo prozkoumaná. V budoucnu by bylo možné hodnotit větší populace nejlépe za pomoci stejných standardizovaných metod, provést testování v chladných a tropických oblastech, popsat efekt věku dětí, nebo ověřit, jestli existují rozdíly mezi chlapci a dívkami, případně od jakého věku.

8 SOUHRN

Cílem bakalářské práce bylo shrnout současné poznatky o vlivu hydratace organismu na kognitivní schopnosti u dětí školního věku.

Voda je nejvíce zastoupenou složkou lidského organismu, její obsah je u novorozenců až 78 % (Muntau, 2009). Člověk ztrácí vodu močí, dýcháním, kůží a stolicí. Její příjem by měl tyto ztráty vyrovnat (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Doporučeným zdrojem tekutin pro děti je čistá voda, dále také mléko (Gibson-Moore, 2013). Celkový denní příjem vody v mírném klimatu při mírné fyzické aktivitě by měl být u mužů nad 14 let 2,5 l a u žen nad 14 let 2 l. Doporučení pro děti dále upřesňuje EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), (2010).

Tělo má komplexní systém regulace množství vody v organismu. Při nedostatku vody uvolňuje antidiuretický hormon, který snižuje tvorbu moči. Osmoreceptory v hypotalamu je navozen pocit žízně. Opačné účinky má hyperhydratace. Zvýšený filtrační tlak v ledvinách způsobí tvorbu velkého množství řídké moči a udržení stálého množství vody v organismu (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Projevy dehydratace i hyperhydratace ovlivňuje ztráta nebo nadbytek tělních elektrolytů (Muntau, 2009). Znakem dehydratace bývá nezdravý vzhled, zapadlé oči, prodloužený kapilární návrat, abnormální dýchání či zvýšený turgor kůže (Steiner & Dewalt, 2004).

Standardní metodou diagnostiky dehydratace je zvážení dítěte před a po rehydrataci (Friedman et al., 2004). Míru nedostatku tekutin je možné určit z osmolality krve nebo moči, případně z poměru v nich obsažených látek a iontů. Dalším způsobem je využití bioimpedance.

Dehydratace ovlivňuje nervovou činnost různými způsoby. Vliv může mít změna hladiny kortizolu, antidiuretického hormonu, či syntázy oxidu dusnatého. Jiné teorie zmiňují mitochondriální dysfunkci, vyšší koncentraci cytokinů nebo glutamátu (Wilson & Morley, 2003).

Silná dehydratace prokazatelně negativně ovlivňuje kognitivní funkce, vliv mírné dehydratace již není zřejmý (Benton, 2011; Secher & Ritz, 2012). Cian et al. (2000), Ganio et al. (2011) a Gopinathan et al. (1988) nicméně u dospělých pozorují zhoršení mozkových funkcí.

Bakalářská práce shrnuje současné poznatky vztahu hydratace a kognitivních schopností u dětí školního věku. Jako zdroj informací sloužily webové databáze přístupné

přes Portál elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého a webová databáze Scopus. Tyto zdroje poskytly 12 relevantních výzkumných studií, kterých se účastnilo dohromady 888 dětí starých 6-17 let. Studie pochází z mírných a subtropických oblastí, složení chlapců a dívek bylo rovnoměrné, počty účastníků jednotlivých studií však byly velmi různé. Z etických a zdravotních důvodů se autoři většinou nesnažili navodit stav dehydratace. Ve dvou studiích měřili míru tělesného zavodnění a v devíti podávali tekutiny. Objem podaných tekutin, ani časové rozložení jejich podávání nebylo napříč pracemi srovnatelné. Kognitivní testy měřily pozornost, krátkodobou a pracovní paměť, výkonné a psychomotorické funkce, vnímání a jazykové a vizuomotorické dovednosti. V jednotlivých studiích ale testovali pouze vybrané z těchto funkcí, nebo stejnou funkci měřili jinou metodou.

Ačkoliv 9 z 12 studií zjišťují kladný efekt hydratace, výsledky nejsou vzhledem k jednotlivým kognitivním funkcím konzistentní. Nejčastěji se autoři shodují v pozitivním efektu na pozornost. Naopak vliv na krátkodobou paměť, taktéž zkoumaný více studiemi, je nejasný. Jednotlivé výzkumy pak hovoří o zlepšení pracovní paměti, výkonných funkcí a vnímání, a naopak neshledávají vliv na psychomotorické a vizuomotorické schopnosti.

Zlepšení kognitivních funkcí vlivem dostatečné hydratace není možné na základě dosavadních poznatků jednoznačně prokázat.

9 SUMMARY

The aim of the bachelor thesis was to summarize the current knowledge about the influence of hydration of the organism on cognitive functions in school age children.

Water constitutes major part of human organism, its content in newborn body is up to 75 %. A person loses water through urine, breathing, skin and faeces. Its income should offset these losses (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

The recommended source of fluids for children is pure water, as well as milk (Gibson-Moore, 2013). The total daily intake of water in a temperate climate with moderate physical activity should be 2.5 litres and 2 liters for men and women over 14 years old respectively. Recommendations for children are further specified by EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), (2010).

The body has a complex water regulation system. In the deficiency of water, it releases anti-diuretic hormone, which reduces urine production. Osmoreceptors in hypothalamus stimulate the feeling of thirst. Hyperhydration leads to reverse effect. Increased filtration pressure in the kidneys generates large amount of diluted urine and maintains a constant amount of water in the body (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

The consequences of dehydration and hyperhydration are impacted by loss or excess of body electrolytes (Muntau, 2009). The symptoms of dehydration include unhealthy appearance, sunken eyes, prolonged capillary return, abnormal respiration or increased skin turgor (Steiner & Dewalt, 2004).

The standard method of dehydration diagnosing is to weigh a child before and after rehydration (Friedman et al., 2004). The degree of fluid deficiency can be determined from the osmolality of blood or urine, or from the ratio of substances and ions contained. Another way is to use bioimpedance.

Dehydration affects nerve activity in various ways. Potential effects are changes in cortisol, antidiuretic hormone or nitric oxide synthase concentrations. Other theories mention mitochondrial dysfunction, higher level of cytokines or glutamate (Wilson & Morley, 2003).

Strong dehydration is proven to affect cognitive functions, the effect of mild dehydration is not verified (Benton, 2011; Secher & Ritz, 2012). However, Cian et al. (2000), Ganio et al. (2011) and Gopinathan et al. (1988) observe deterioration in brain functions in adults.

The bachelor thesis summarizes current knowledge of the effect of hydration on cognitive functions in school age children. The web-based databases accessible via the Palacký University Information Portal and the Scopus Web Database served as a source of information. These resources provided 12 relevant research studies involving a total of 888 children 6–17 years old. The studies come from temperate and subtropical areas, the composition of boys and girls was even, but the number of participants in each study was very different. For ethical reasons, most of the authors did not intend to induce dehydration. In 2 studies the degree of body hydration was measured, and in 9 studies the participants were administered fluids. The volume of served fluids and the time of administration were not comparable across the work. Cognitive tests measured attention, short-term and working memory, executive and psychomotoric functions, perception, and language and visual motor skills. In particular studies only some of these functions were tested, or rated using different methods.

Although 9 of 12 studies found the positive effect of hydration, the results are not consistent with each cognitive function. Mostly, the authors agree on the positive effect on attention. Conversely, the impact on short-term memory, also studied by more studies, is unclear. Individual research registered improved working memory, executive functions and perception. On the contrary, no effect on psychomotoric and visomotoric skills was detected.

Improvement of cognitive functions due to sufficient hydration can not be adequately proven on the basis of existing knowledge.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Ackland, G. L., Harrington, J., Downie, P., Holding, J. W., Singh-Ranger, D., Griva, K., ... Newman, S. P. (2008). Dehydration induced by bowel preparation in older adults does not result in cognitive dysfunction. *Anesthesia and Analgesia*, *106*(3), 924–929. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181615247>
- Adan, A. (2012). Cognitive performance and dehydration. *Journal of the American College of Nutrition*, *31*(2), 71–78. <https://doi.org/10.1080/07315724.2012.10720011>
- Ainslie, P. N., Campbell, I. T., Frayn, K. N., Humphreys, S. M., MacLaren, D. P. M., Reilly, T., & Westerterp, K. R. (2002). Energy balance, metabolism, hydration, and performance during strenuous hill walking: the effect of age. *Journal of Applied Physiology*, *93*(2), 714–723. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01249.2001>
- Bar-David, Y., Urkin, J., & Kozminsky, E. (2005). The Effect of Voluntary Dehydration on Cognitive Functions of Elementary School Children. *Acta Paediatrica*, *94*(11), 1667–1673. <https://doi.org/10.1080/08035250500254670>
- Benton, D. (2011). Dehydration influences mood and Cognition: A Plausible Hypothesis? *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu3050555>
- Benton, D., & Burgess, N. (2009). The effect of the consumption of water on the memory and attention of children. *Appetite*, *53*(1), 143–146. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.05.006>
- Benton, D., Jenkins, K. T., Watkins, H. T., & Young, H. A. (2016). Minor degree of hypohydration adversely influences cognition: A mediator analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, *104*(3), 603–612. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.132605>
- Benton, D., & Young, H. A. (2015). Do small differences in hydration status affect mood and mental performance? *Nutrition Reviews*, *73*(April), 83–96. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv045>
- Booth, P., Dawkins, L., Moore, D., Gentile-Rapinett, G., & Edmonds, C. (2015). Water consumption and hydration status affects fine motor skills in schoolchildren. *Nutricion Hospitalaria*, *32*(S2), 22–23. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.sup2.10274>
- Chumlea, W. C., Schubert, C. M., Reo, N. V., Sun, S. S., & Siervogel, R. M. (2005). Total body water volume for white children and adolescents and anthropometric

- prediction equations: The Fels Longitudinal Study. *Kidney International*, 68(5), 2317–2322. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.00692.x>
- Cian, C., Barraud, P. A., Melin, B., & Raphel, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology*, 42(3), 243–251. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(01\)00142-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(01)00142-8)
- Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P. ., Raphel, C., Jimenez, C., & Melin, B. (2000). Influence of variations in body hydration on cognitive function. *Journal of Psychophysiology*, 14, 29–36. <https://doi.org/10.1027//0269-8803.14.1.29>
- Costello, J., Rendell, R., Furber, M., Massey, H., Tipton, M., Young, J., & Corbett, J. (2018). Effects of acute or chronic heat exposure, exercise and dehydration on plasma cortisol, IL-6 and CRP levels in trained males. *Cytokine, In Press*. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2018.01.018>
- D’Anci, K. E., Constant, F., & Rosenberg, I. H. (2006). Hydration and Cognitive Function in Children. *Nutrition Reviews*, 64(10), 457–464. <https://doi.org/10.1301/nr.2006.oct.457>
- Drewnowski, A., Rehm, C. D., & Constant, F. (2013). Water and beverage consumption among children age 4-13y in the United States: Analyses of 2005-2010 NHANES data. *Nutrition Journal*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-85>
- Edmonds, C. J., & Burford, D. (2009). Should children drink more water?. The effects of drinking water on cognition in children. *Appetite*, 52(3), 776–779. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.02.010>
- Edmonds, C. J., Crombie, R., Ballieux, H., Gardner, M. R., & Dawkins, L. (2013). Water consumption, not expectancies about water consumption, affects cognitive performance in adults. *Appetite*, 60(1), 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.10.016>
- Edmonds, C. J., Crosbie, L., Fatima, F., Hussain, M., Jacob, N., & Gardner, M. (2017). Dose-response effects of water supplementation on cognitive performance and mood in children and adults. *Appetite*, 108, 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.11.011>
- Edmonds, C. J., & Jeffes, B. (2009). Does having a drink help you think? 6-7-Year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water. *Appetite*, 53(3), 469–472. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.10.002>

- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). (2010). Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3), 2–25. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1459>.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2017). Dietary Reference Values for nutrients Summary report. *EFSA Supporting Publications*, 14(12), 20–23. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Fadda, R., Rapinett, G., Grathwohl, D., Parisi, M., Fanari, R., Calò, C. M., & Schmitt, J. (2012). Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. *Appetite*, 59(3), 730–737. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.07.005>
- Friedman, J. N., Goldman, R. D., Srivastava, R., & Parkin, P. C. (2004). Development of a clinical dehydration scale for use in children between 1 and 36 months of age. *The Journal of Pediatrics*, 145(2), 201–207. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2004.05.035>
- Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., McDermott, B. P., Lee, E. C., Yamamoto, L. M., ... Lieberman, H. R. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition*, 106(10), 1535–1543. <https://doi.org/10.1017/S0007114511002005>
- Geng, C. H., Wang, C., Yang, J., Wang, H., Ma, R. Q., Liu, X., & Wang, C. H. (2017). Arginine vasopressin improves the memory deficits in Han Chinese patients with first-episode schizophrenia. *Peptides*, 97(August), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2017.09.002>
- Gertz, K., Priller, J., Kronenberg, G., Fink, K. B., Winter, B., Schröck, H., ... Endres, M. (2006). Physical activity improves long-term stroke outcome via endothelial nitric oxide synthase-dependent augmentation of neovascularization and cerebral blood flow. *Circulation Research*, 99(10), 1132–1140. <https://doi.org/10.1161/01.RES.0000250175.14861.77>
- Gibson-Moore, H. (2013). Improving hydration in children: A sensible guide. *Nutrition Bulletin*, 38(2), 236–242. <https://doi.org/10.1111/nbu.12028>
- Gopinathan, P. M., Pichan, G., & Sharma, V. M. (1988). Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Archives of Environmental Health*, 43(1), 15–17. <https://doi.org/10.1080/00039896.1988.9934367>
- Hehlmann, A. (2010). *Hlavní symptomy v medicíně: praktická příručka pro lékaře a studenty* (1st ed.). Praha: Grada Publishing a.s.

- Hoffer, E. C., Meadow, C. K., & Simpson, D. C. (1969). Correlation of whole body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol*, 27(4), 531–534.
- Hosten, A. O. (1990). BUN and Creatinine. In *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations* (pp. 874–878). Butterworth Publishers.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1159/000254075>
- Hughes, D., & Bryan, J. (2003). The assessment of cognitive performance in children: considerations for detecting nutritional influences. *Nutr Rev*, 61(12), 413–422.
<https://doi.org/10.1301/nr.2003.dec.413>
- Iglesia, I., Guelinckx, I., De Miguel-Etayo, P. M., González-Gil, E. M., Salas-Salvadó, J., Kavouras, S. A., ... Moreno, L. A. (2015). Total fluid intake of children and adolescents: cross-sectional surveys in 13 countries worldwide. *European Journal of Nutrition*, 54, 57–67. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0946-6>
- Jones, S. A., & Smallwood, M. T. (2012). Hydration and Cognition in Second Graders at School. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(9), A45.
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.06.158>
- Judelson, D. A., Maresh, C. M., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Kraemer, W. J., & Volek, J. S. (2007). Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(10), 907–921. <https://doi.org/37106> [pii]
- Kempton, M. J., Ettinger, U., Foster, R., Williams, S. C. R., Calvert, G. A., Hampshire, A., ... Smith, M. S. (2011). Dehydration affects brain structure and function in healthy adolescents. *Human Brain Mapping*, 32(1), 71–79.
<https://doi.org/10.1002/hbm.20999>
- Khan, N. A., Raine, L. B., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Cohen, N. J., Kramer, A. F., & Hillman, C. H. (2015). The relationship between total water intake and cognitive control among prepubertal children. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 66(suppl 3), 38–41. <https://doi.org/10.1159/000381245>
- King, T. S., Toney, G. M., Tian, P. Y., & Javors, M. A. (2011). Dehydration increases sodium-dependent glutamate uptake by hypothalamic paraventricular nucleus synaptosomes. *Neuroendocrinology Letters*, 32(6), 763–768.
- Kirschbaum, C., Wolf, O. T., May, M., Wippich, W., & Hellhammer, D. H. (1996). Stress- and treatment-induced elevations of cortisol levels associated with impaired declarative memory in healthy adults. *Life Sciences*, 58(17), 1475–1483.
[https://doi.org/10.1016/0024-3205\(96\)00118-X](https://doi.org/10.1016/0024-3205(96)00118-X)

- López-Samanes, Á., Pallarés, G., Pérez-López, A., Mora-Rodríguez, R., & Ortega, J. F. (2018). Hormonal and neuromuscular responses during a singles match in male professional tennis players. *PLoS ONE*, *13*(4), 1–13.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195242>
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B., & Siders, W. A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology*, *60*(4), 1327–1332.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.4.1327>
- Martin, R. L., Lloyd, H. G. E., & Cowan, A. I. (1994). The early events of oxygen and glucose deprivation: Setting the scene for neuronal death? *Trends in Neurosciences*, *17*(6), 251–257. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(94\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0166-2236(94)90008-6)
- Masento, N. A., Golightly, M., Field, D. T., Butler, L. T., & Van Reekum, C. M. (2014). Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *British Journal of Nutrition*, *111*(10), 1841–1852.
<https://doi.org/10.1017/S0007114513004455>
- Muntau, A. C. (2009). *Pediatrie* (4th ed.). Grada Publishing a.s., 443-448.
- Murray, B. (2007). Hydration and Physical Performance. *Journal of the American College of Nutrition*, *26*(2007), 542S–548S.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719656>
- Netti, V. A., Iovane, A. N., Vatrella, M. C., Magnani, N. D., Evelson, P. A., Zotta, E., ... Balaszczuk, A. M. (2016). Dehydration affects cardiovascular nitric oxide synthases and caveolins in growing rats. *European Journal of Nutrition*, *55*(1), 33–43. <https://doi.org/10.1007/s00394-014-0820-y>
- Nishida, K., Nakatani, T., Ohishi, A., Okuda, H., Higashi, Y., Matsuo, T., ... Nagasawa, K. (2012). Mitochondrial dysfunction is involved in P2X7 receptor-mediated neuronal cell death. *Journal of Neurochemistry*, *122*(6), 1118–1128.
<https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2012.07868.x>
- Nyboer, J. (1991). Workable volume and flow concepts of bio-segments by electrical-impedance plethysmography (reprinted from tit journal *Life Sciences*, Vol 2, Pg 1, 1972). *Nutrition*, *7*(6), 396–408.
- Perry, C. S., Rapinett, G., Glaser, N. S., & Ghetti, S. (2015). Hydration status moderates the effects of drinking water on children’s cognitive performance. *Appetite*, *95*, 520–527. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.006>
- Porter, S. C., Fleisher, G. R., Kohane, I. S., & Mandl, K. D. (2003). The value of

- parental report for diagnosis and management of dehydration in the emergency department. *Annals of Emergency Medicine*, 41(2), 196–205.
<https://doi.org/10.1067/mem.2003.5>
- Prispěvatelé Wikiskripta. (2015). Vyšetření moči. Retrieved April 20, 2018, from
https://www.wikiskripta.eu/w/Vyšetření_moči
- Pross, N. (2017). Effects of Dehydration on Brain Functioning: A Life-Span Perspective. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(1), 30–36.
<https://doi.org/10.1159/000463060>
- Quent, J. A., McCullough, A. M., Sazma, M., Wolf, O. T., & Yonelinas, A. P. (2018). Reward anticipation modulates the effect of stress-related increases in cortisol on episodic memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 147(November 2017), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2017.11.007>
- Schmitt, J. A. J., Benton, D., & Kallus, K. W. (2005). General methodological considerations for the assessment of nutritional influences on human cognitive functions. *European Journal of Nutrition*, 44(8), 459–464.
<https://doi.org/10.1007/s00394-005-0585-4>
- Secher, M., & Ritz, P. (2012). Hydration and cognitive performance. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 16(4), 325–329. <https://doi.org/10.1007/s12603-012-0033-0>
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka. Atlas fyziologie člověka* (Vol. 6). Grada.
- Stahl, A., Kroke, A., Bolzenius, K., & Manz, F. (2007). Relation between hydration status in children and their dietary profile - Results from the DONALD study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(12), 1386–1392.
<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602663>
- Steiner, M. J., & Dewalt, D. a. (2004). Is This Child Dehydrated? *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 291(22), 2746–2754.
<https://doi.org/10.1001/jama.291.22.2746>
- Suhr, J. A., Hall, J., Patterson, S. M., & Niinistö, R. T. (2004). The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older adults. *International Journal of Psychophysiology*, 53(2), 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2004.03.003>
- Suhr, J. A., Patterson, S. M., Austin, A. W., & Heffner, K. L. (2010). The relation of hydration status to declarative memory and working memory in older adults. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 14(10), 840–843.

- <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0108-8>
- Tani, Y., Asakura, K., Sasaki, S., Hirota, N., Notsu, A., Todoriki, H., ... Date, C. (2015). The influence of season and air temperature on water intake by food groups in a sample of free-living Japanese adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, *69*(8), 907–913. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.290>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2017). Cognition. In *Encyclopædia Britannica*. Encyclopædia Britannica, inc. Retrieved from <https://www.britannica.com/topic/cognition-thought-process>
- Trinies, V., Chard, A. N., Mateo, T., & Freeman, M. C. (2016). Effects of water provision and hydration on cognitive function among primary-school pupils in Zambia: A randomized trial. *PLoS ONE*, *11*(3), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150071>
- Vedhara, K., Hyde, J., Gilchrist, I. D., Tytherleigh, M., & Plummer, S. (2000). Acute stress, memory, attention and cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, *25*(6), 535–549. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(00\)00008-1](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(00)00008-1)
- Volterman, K. A., Obeid, J., Wilk, B., & Timmons, B. W. (2014). Effect of milk consumption on rehydration in youth following exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *39*(11), 1257–1264. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0047>
- Wakefield, B. J., Mentes, J., Holman, J. E., & Culp, K. (2009). Postadmission dehydration: risk factors, indicators, and outcomes. *Rehabilitation Nursing*, *34*(5), 209–216. <https://doi.org/10.1002/j.2048-7940.2009.tb00281.x>
- Walsh, N. P., Laing, S. J., Oliver, S. J., Montague, J. C., Walters, R., & Bilzon, J. L. J. (2004). Saliva parameters as potential indices of hydration status during acute dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(9), 1535–1542. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000139797.26760.06>
- Wennström, M., Hall, S., Nägga, K., Londos, E., Minthon, L., & Hansson, O. (2015). Cerebrospinal fluid levels of IL-6 are decreased and correlate with cognitive status in DLB patients. *Alzheimer's Research and Therapy*, *7*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13195-015-0145-y>
- Wilson, M. M. G., & Morley, J. E. (2003). Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration. *European Journal of Clinical Nutrition*, *57*(2), S24–S29. <https://doi.org/10.1038/SJ.EJCN.1601898>