

Principy a zvláštnosti neurochirurgické a neurointenzivistické likvorologie (2. část: Kazuistika)

Kelbich P.^{1,2,3,4}, Procházka J.⁵, Sameš M.⁶, Hejčl A.^{6,7}, Vachata P.⁶, Hušková E.⁵, Peruthová J.^{1,4}, Hanuljaková E.^{2,4,8}, Špička J.²

¹ Oddělení klinické biochemie, hematologie a imunologie Nemocnice Kadaň s.r.o.

² Oddělení klinické biochemie, Krajská zdravotní, a.s. - Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

³ Ústav klinické imunologie a alergologie, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova v Praze

⁴ Laboratoř pro likvorologii a neuroimunologii - Topelex s.r.o., Praha

⁵ Oddělení intenzivní medicíny, Krajská zdravotní, a.s. - Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

⁶ Neurochirurgická klinika Univerzity J. E. Purkyně, Krajská zdravotní, a. s. - Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

⁷ Mezinárodní centrum klinického výzkumu, Brno

⁸ Oddělení klinické biochemie, Krajská zdravotní, a.s. - Nemocnice Most, o.z.

SOUHRN

Cílem našeho sdělení je demonstrovat možnosti základního vyšetření likvoru (CSF, z angl. cerebrospinal fluid = mozkomíšni mok) při sledování následného vývoje stavu centrálního nervového systému (CNS) u pacienta po subarachnoidálním krvácení. Klíčovou problematikou je především odlišení purulentních zánětlivých změn bakteriální etiologie a neinfekčního serózního zánětu ve smyslu úklidové reakce v CNS při opakovaně negativním mikrobiologickém vyšetření CSF. Možným řešením je společné hodnocení cytologického obrazu CSF a energetických poměrů v likvorovém kompartmentu vedoucí k určení charakteru zánětlivého procesu v CNS. Informační potenciál základní likvorologie však tímto není vyčerpán. Na případu dále předvádíme sledování poruchy cirkulace CSF vedoucí ke vzniku hydrocefalu, detekci probíhající destrukce tkáně při ischémizaci mozkového parenchymu a hodnocení přítomnosti krvácení do likvorových cest. Vývoj komplexního likvorového obrazu je pak průběžně konfrontován s výsledky zobrazovacích vyšetření a přispívá k optimalizaci terapeutických postupů až do ukončení intenzivní péče o pacienta.

Klíčová slova: likvorový obraz, subarachnoidální krvácení, purulentní zánět v CNS, úklidová reakce, porucha cirkulace CSF

SUMMARY

Kelbich P., Procházka J., Sameš M., Hejčl A., Vachata P., Hušková E., Peruthová J., Hanuljaková E., Špička J.: Basic principles and specifics of cerebrospinal fluid evaluation in neurosurgical and neurointensive care patients (Part II: Case report)

Our paper demonstrates the possibilities of basic examination of the cerebrospinal fluid (CSF) when monitoring the central nervous system (CNS) in a patient after subarachnoid hemorrhage. The key problem is to differentiate between purulent inflammation of bacterial etiology and non-infectious serous inflammation, the so called „clean-up reaction“, in the CNS during repetitively negative microbiological examinations of the CSF. Combined evaluation of the cytological image and energy turnover in the CSF compartment can help in specifying the character of inflammation of the CNS. The information potential of the CSF examination, however, is not depleted yet. In this case report we further demonstrate the failure of the CSF circulation leading to hydrocephalus, detection of tissue destruction during brain ischemia and detection of hemorrhage into the cerebrospinal fluid pathways. The development of the CSF image is continuously confronted with results of imaging examinations and helps to optimize the therapeutic procedures until the end of the intensive care of the patient.

Key words: CSF image, subarachnoid hemorrhage, purulent inflammation in CNS, clean-up reaction, disorder of CSF circulation

Úvod

Neurochirurgická intervence s sebou nese riziko vzniku sekundární neuroinfekce [3, 10]. Snaha o její detekci nalezením vitálních patogenů v likvoru (CSF, z angl. cerebrospinal fluid = mozkomíšni mok) kultivačním vyšetřením však někdy selhává. Možným řešením je monitorování vývoje a charakteru zánětlivé odpovědi v centrálním nervovém systému (CNS) pomocí cytologického vyšetření CSF a současného hodnocení energetických poměrů v likvorovém kompartmentu [4, 5, 7]. Příkladem tohoto postupu a terapeutických korekcí činěných na základě rychle získaného komplexního li-

kvorového obrazu (do 1 hodiny po provedeném odběru CSF) je kazuistika pacienta po subarachnoidálním krvácení s ischémizací mozkového parenchymu, s rozvojem hyporesorpčního hydrocefalu a s opakovaným purulentním zánětem bakteriální etiologie v CNS (Tabulka 1, obr. 1, 2).

Období od 17. 6. do 2. 7.

Stav pacienta: Muž ve věku 58 let byl dne 17. 6. postižen akutní atakou subarachnoidálního krvácení (Huntova-Hessova škála = 3, Fisherova stupnice = 2).

Období od 21. 8. do 6. 9.

Dne 21. 8. je pacientovi implantován ventrikulo-peritoneální shunt. Poté dochází k celkovému zlepšení jeho neurologického stavu. Pacient je přeložen z intenzivní péče na standardní oddělení. Začíná komunikovat a přijímá potravu per os. V jeho klinickém obraze přetrvává pravostranná hemiparéza. Rehabilituje. Výsledek vyšetření CT mozku ze dne 4. 9. nasvědčuje regresi hydrocefalu. Dne 6. 9. je pacient odeslán do rehabilitačního ústavu.

Následný vývoj klinického stavu pacienta

Při ambulantní kontrole po 4 měsících pacient chodí s oporou hole a má parézu pravé horní končetiny. Po dalším roce je schopen chůze bez hole a paréza pravé horní končetiny se zmiňuje.

Diskuse

U pacienta došlo dne 17. 6. k atace subarachnoidálního krvácení. Při neurochirurgickém zákroku dne 24. 6. mu byl proveden klip aneurysmatu na arteria communicans anterior. Poté odhalujeme v jeho likvorovém obraze známky purulentního zánětlivého postižení CNS. Ústup purulentních zánětlivých změn po změně antibiotické léčby svědčí i navzdory negativnímu výsledku mikrobiologického vyšetření CSF o proběhlé neuroinfekci extracelulárními bakteriemi. Právě negativní výsledek mikrobiologického vyšetření CSF považujeme za příznivý jev potvrzující úspěšnou eliminaci bakterií purulentním zánětem podporovaným vhodnou kombinací podávaných antibiotik.

Současně pozorovaná elevace AST v CSF je známou destrukce tkáně CNS a koreluje s úvahou o vzniku vasospasmů a s nálezem ischemického ložiska v CT obraze mozku.

Purulentní zánět v CNS zjištěný v likvorovém obraze ze dne 16. 7. nasvědčuje opětovně bakteriální neuroinfekci. Opakované negativní výsledky mikrobiologického vyšetření CSF potvrzují vysokou eliminační účinnost purulentní zánětlivé odpovědi podporované vhodnou antibiotickou léčbou.

Prohlubující se hyperproteinerachie v následném období zjevně nekoreluje s ustupujícími zánětem v CNS, ale je známkou poruchy cirkulace CSF a vzniku hydrocefalu [8, 9].

Definitivní normalizace úrovně AST v CSF ze dne 16. 7. svědčí o příznivém vývoji ischemického ložiska v mozku a o vymizení známek destrukce tkáně CNS.

V dalším období (27. 7. až 20. 8.) se opakovaně neuroinfekce extracelulárními bakteriemi projevují opakovaným vzplanutím purulentního zánětlivého procesu v CNS. Invaze bakterií je však vždy úspěšně zastavena

razantní zánětlivou odpovědí podporovanou vhodnou korekcí antibiotické medikace a nedochází tak k významnějšímu osídlení likvorového kompartmentu patogenními mikroorganismy. Těto skutečnosti nasvědčují opakovaně negativní výsledky mikrobiologického vyšetření CSF.

Prohlubování hyperproteinerachie nekoreluje s ústupem zánětlivého procesu v CNS, ale odpovídá zhoršené cirkulaci CSF. Ke zmírnění dochází až v souvislosti s poklesem tlaku CSF po opětovném zavedení lumbální drenáže.

Nález KNSE v CSF dne 15. 8. při absenci známek purulentního zánětu svědčí o osídlení drénu tímto patogenem. Posílení antibiotické profylaxe ale zabránilo jeho invazi do CNS.

Převaha lymfocytárních elementů v CSF a snižující se rozsah anaerobního metabolismu v likvorovém kompartmentu ve dnech 15. 8. a 20. 8. jsou známkou neinfekčního reparačního serózního zánětu v CNS ve smyslu úklidové reakce.

Závěr

Monitorování cytologického obrazu CSF a energetických poměrů v likvorovém kompartmentu sehrálo klíčovou roli při sledování vývoje zánětlivých změn v CNS pacienta po prodělaném subarachnoidálním krvácení. Navzdory opakovaně negativnímu výsledku standardního mikrobiologického vyšetření CSF bylo možno vždy okamžitě rozlišit mezi přítomností purulentního zánětlivého procesu bakteriální etiologie a neinfekční úklidovou reakcí. A nejen to, opakovaná vyšetření CSF z odlehčovacích odběrů umožnila sledování vývoje poruchy cirkulace CSF a rozvoje hydrocefalu, probíhající destrukce tkáně CNS a přítomnosti krvácení do likvorových cest. Rychle získané informace (do 1 hodiny po provedeném odběru CSF) pak byly průběžně využívány ke korigování terapeutických postupů po celou dobu intenzivní péče o pacienta.

Literatura

1. Adam, P., Táborský, L., Sobek, O. et al. Cerebrospinal Fluid. In: Spiegel HE, Nowacki G, Hsiao K-J (eds). *Advances in Clinical Chemistry*. Volume 36. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo: Academic Press 2001, p. 1-62.
2. Adam, P., Táborský, L., Sobek, O., Kelbich, P. *Cytology of Cerebrospinal Fluid*. 1st ed. Praha: Medica News Publishers, 2003, p. 3-80. ISBN 80-86284-35-2.
3. Beer, R., Pfausler, B., Schmutzhard, E. Infectious intracranial complications in the neuro-ICU patient population. *Curr. Opin. Crit. Care*, 2010; 16, p. 117-122.
4. Kelbich, P., Koudelková, M., Machová et al. Význam urgentního vyšetření mozkomíšního moku pro včasnou diagnostiku neuroinfekcí. *Klin. Mikrobiol. Inf. Lék.*, 2007; 13(1), p. 9-20.

1,3,5-TRINITRO-1,3,5-TRIAZINAN – VLASTNOSTI, DEKONTAMINÁCIA A ANALYTICKÉ METÓDY NA JEHO STANOVENIE

LUBOMÍR ŠVORC

Ústav analytickej chémie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská Technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika
lubomir.svorc@stuba.sk

Došlo 4.11.10, prepracované 25.1.11, prijaté 17.2.11.

Kľúčové slová: RDX, stabilita, trhavina, dekontaminácia, stanovenie, separačné metódy

Obsah

1. Úvod
2. Vlastnosti a účinky
3. RDX: významná trhavina
4. Analytické metódy na stanovenie RDX
 - 4.1. Stanovenie termostabilných charakteristík
 - 4.2. Separačné metódy
 - 4.3. Spektrálne a elektrochemické metódy
5. Záver

1. Úvod

1,3,5-Trinitro-1,3,5-triazinan (technický názov hexogén alebo cyklotonit, v databáze CAS evidovaný pod číslom 121-82-4, ďalej v texte už len kódové označenie RDX) je moderná vojenská výbušnina, ktorá sa používa na plnenie delostreleckých striel v kombinácii s tritolom (TNT), či s inými, menej výkonnými trhavinami. Služí aj ako komponent do plastických trhavín. Z hľadiska výkonu, účinku a rýchlosti detonácie je RDX výkonnejšia trhavina ako samotný TNT. Patrí medzi syntetické látky, prirodzene sa nevyskytuje v životnom prostredí¹.

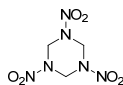
Tento referát slúži ako stručný prehľad, kde sú zhrnuté niektoré vlastnosti a účinky RDX, vrátane dekontaminácie. Pôdy, sedimenty, povrchové a podzemné vody na území a v blízkosti vojenských priestorov sú často krát kontaminované RDX²⁻⁶ a jeho produktmi biodegradácie⁷⁻⁹, s čím súvisí aj možný hrozivý dopad na zdravie obyvateľov. Vážnym problémom pre bezpečnosť obyvateľstva môže byť aj zneužitie na teroristické účely. Táto skutočnosť prirodzene nastoľuje otázku jeho dekontaminácie a rýchlej, selektívnej a súčasne citlivej detekcie. Práve s analytickými metódami stanovenia RDX sa zaoberá dru-

há časť tohto referátu. Na prípravu a výrobu výbušniny sa v tomto prehľade nekladie dôraz.

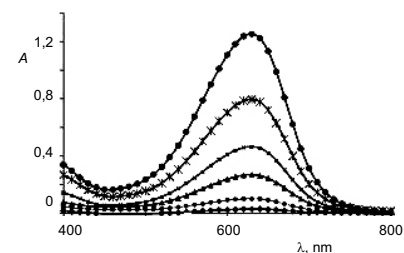
2. Vlastnosti a účinky

1,3,5-Trinitro-1,3,5-triazinan je alicyklický nitramín (vzorec 1), ktorý je nerozpustný vo vode a dobre rozpustný napr. v acetóne (6,81 % pri 20 °C). Stykom so silnými minerálnymi kyselinami (kyselina dusičná, kyselina sírová o koncentracii nad 70 % rozkladá RDX na formaldehyd a ďalšie nízkomolekulové produkty. Vďaka tejto vlastnosti je takmer nemožné k jeho príprave použiť nitračnú zmes¹⁰ obsahujúcu H₂SO₄. Výnimkou je príprava RDX v prostredí olea (proces W). Prehľad základných fyzikálno-chemických vlastností RDX je uvedený v tabuľke 1.

Jeho prednosťou je pomerne dobrá chemická stabilita, avšak nižšia v porovnaní s polynitroarénmi, ktoré majú vysokú odolnosť proti minerálnym kyselinám a vyššiu odolnosť proti pôsobeniu teplôt (začiatok tepelného rozkladu RDX v pevnom stave je v rozmedzí 180–194 °C, TNT nad 220 °C)^{11,12}. Často je porovnávaný aj s Pentritom, s tým rozdielom, že je stabilnejší a menej citlivý. Účinok svetla má len nepatrný vplyv na zmenu vlastností RDX. Pôsobením UV žiarenia dochádza na povrchu iba k zmene farby z bielej na jasne žltú. Zmena farby súvisí so zmenou kryštálovej štruktúry, avšak chemické a výbušné vlastnosti zostávajú bez zmeny. S ohľadom na polynitroarény je RDX pomerne málo jedovatý, nevstrebáva sa pokožkou, ale priamou inhaláciou. Hoci nepatrí medzi mutagénne látky¹³, jeho prítomnosť v pitnej vode vzbudzuje obavy, pretože po požití nepriaznivo ovplyvňuje centrálny nervový systém, gastrointestinálny trakt a obličky¹⁴. Toxicita RDX sa prejavuje u ľudí, ktorí prichádzajú do kontaktu s kontaminovanými pôdami a vodami, predovšetkým v blízkosti vojenských priestorov (vdýchnutím prachu alebo pitím kontaminovanej vody)¹. Po užití 25 až 180 mg C-4 trhaviny (obsahujúcej 91 % RDX) sa prejavujú kŕče, svalové zaskľby, hyperaktívne reflexy, bolesti hlavy, silná nevoľnosť a strata pamäti počas niekoľkých hodín^{15,16}. Odhadovaná smrteľná dávka RDX u človeka sa pohybuje od 5 do 500 mg kg⁻¹ (cit.¹⁷). Obzvlášť nebezpečný je najmä pre ľudí s epilepsiou v rodinnej anamnéze alebo pre



Vzorec 1



Obr. 2. Absorpčné spektrá produktov Berthelotovej reakcie⁸⁶ ako funkcia koncentrácie RDX (maximum pri 631 nm); ● 1 mg l⁻¹, • 2 mg l⁻¹, ▲ 4 mg l⁻¹, ■ 8 mg l⁻¹, × 16 mg l⁻¹, ● 24 mg l⁻¹

5. Záver

Tento prehľadný referát pojednáva o modernej vojenskej výbušnine 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazinane. Ide o toxickú látku s chemickou stabilitou nižšou v porovnaní s vysoko stabilnými polynitroarénmi. Jeho používanie je úzko spojené s nepriaznivým dopadom na životné prostredie, keď dochádza predovšetkým ku kontaminácii pôd a povrchových vôd. Jeho prítomnosť v pitnej vode prirodzene vzbudzuje obavy, pretože po požití nepriaznivo ovplyvňuje centrálny nervový systém. Dôležitú úlohu preto zohráva jeho dekontaminácia a rýchla, selektívna a predovšetkým citlivá detekcia. V referáte sú zhrnuté možnosti dekontaminácie a analytické techniky na stanovenie RDX v rôznych maticiacich. Efektívnym spôsobom na detoxikáciu a dekontamináciu RDX v súčasnosti je využitie technológie na priame zachytávanie pomocou rastlín, čo vyúsťi až do samotnej nekrózy rastliny. Táto technológia predstavuje ekologickú alternatívu k zastaraným fyzikálno-chemickým metódam. Pri výbere vhodnej analytickej metódy sú dôležitými faktormi limitovaná teplotná stabilita a nízky tlak pár RDX. K najpoužívanejším instrumentálnym technikám na stanovenie RDX patria popri spektrálnych a elektrochemických metódam vďaka vysokej citlivosti a selektivite separačné metódy.

Táto práca bola podporená Programom na podporu mladých výskumníkov (č. 6406).

Zoznam symbolov a vysvetlenie skratiek

RDX	1,3,5-trinitro-1,3,5-triazinan, Royal Demolition explosive
TNT	2,4,6-trinitrotolúen
ZVIN	zerovalent nanoion

HMX	1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazokan, High Melting Explosive
TG	termogravimetria
DSC	differential scanning calorimetry
DTA	differential thermal analysis
STABIL	Czech Vacuum Stability Test
PETN	2-aminoetyl dihydrogén fosfát
US EPA	United States Environmental Protection Agency
APCI	atmospheric pressure chemical ionization
EGDN	1,2-dinitroxyetán, etylénglykoldinitrát
NG	nitroglycerín
LC-ESI-MS	liquid chromatography electrospray ionization tandem mass spectrometry
GC-ECD	gas chromatography with electron capture detector
SPME-GC-MS	solid-phase microextraction-gas chromatographic-mass spectrometry
MEKC-UV	micellar electrokinetic chromatography with UV detection
MNX	hexahydro-1-nitroázo-3,5-dinitro-1,3,5-triazin
DNX	hexahydro-1,3-dinitroázo-5-nitro-1,3,5-triazin
TNX	hexahydro-1,3,5-trinitroázo-1,3,5-triazin
CE-UV	capillary electrophoresis with UV detection
SPME	solid phase microextraction
IMS	ion mobility spectrometry
HPLC-DAD	high-performance liquid chromatography with diode-array detection
DNT	dinitrotolúen

LITERATÚRA

1. <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts78.html>, stiahnuté 1. september 2010
2. Bordeleau G., Savard, M. M., Martel R., Ampleman G., Thiboutot S.: J. Contam. Hydrol. 98, 97 (2008).
3. Beller H., Madrid V., Hudson G. B., McNab W. W., Carlsen T.: Appl. Geochem. 19, 1483 (2004).
4. Herndl G. J., Reinthaler T., Teira E., van Aken H., Veth C., Perntaler A., Perntaler J.: Appl. Environ. Microbiol. 71, 2303 (2005).
5. Zhao J. S., Paquet L., Halasz A., Hawari J.: Appl. Microbiol. Biotechnol. 632, 187 (2003).
6. Davis J. L., Wani A. H., O'Neal B. R., Hansen L. D.: J. Hazard. Mater. 112, 45 (2004).
7. Kitts C. L., Green C. E., Otley R. A., Alvarez M. A., Unkefer P. J.: Can. J. Microbiol. 46, 278 (2000).
8. Beller H. R., Tiemeier K.: Environ. Sci. Technol. 36, 2060 (2002).
9. Beller H. R.: Water Res. 36, 2533 (2002).
10. Urbaňski T.: *Chémia a technológia výbušnín 3.dil.* SNLT, Praha 1959.
11. Vila M., Mehier S., Lorber-Pascal S., Laurent F.: Environ. Pollut. 145, 813 (2007).

modifications are related to the time of work and the load selection index. Smith et al. (1982) proposed the 40-s version of the cycloergometric test. This 10-s time elongation (Smith et al., 1982) aimed at the approximation of the work time to the player's single work period in the ice rink. In diagnostics of Czech hockey players, the 30-s time period was not changed, whereas the load index was increased from 7.5% of the body weight to 10% (Heller, 1999). This modification allowed for maintenance of optimal frequency of revolutions, which is required in this type of test, (110–120 revolutions per 1 minute, Gabrys, 2000). Lower value of load (7.5% index value) resulted in such a frequency, which the subject was unable to increase due to the lack of movement co-ordination. The inclusion of load as soon as the optimal frequency of revolutions is reached, is not commonly used among hockey players performing the cycle ergometric test (such a frequency is reached after the lapse of about 5 seconds of work without the load). This principle undoubtedly results in lower values of recorded maximal power and time of maximal power holding. Thus the diagnostics of anaerobic capacity does not include the very essential data related to ice hockey, namely the player's capacity of maximal power development. This parameter really is very important, since during the hockey game periods of maximal intensity do not last longer than 4–9 seconds. The covering of the entire ice rink takes about 6–7 seconds (Gabrys & Rutkowski, 2002; Starsi et al., 1999). In athletic practice, the kinetics of blood lactate concentration is determined and broadly applied to evaluate the proportion of anaerobic metabolism (Heck, 1990; Weltman, 1995; Madsen, Lohberg, 1987. Kinderman, Keul (1977) prove that determination of blood lactate concentration during muscle work is indispensable for being able to evaluate energy production under oxygen deficiency. In the Saltin et al. study (1971), exercising on a cycloergometer was accompanied by an increase in blood lactate concentration after 10 seconds of supra-maximal effort at 110% $\text{VO}_{2\text{max}}$. Mercier et al. (1991) found that after 6 seconds of maximum intensity exercise on the cycloergometer subjects' blood lactate concentration was significantly raised. From the above studies it follows that high-intensity physical work performed for not longer than 10 seconds intensifies the anaerobic glycolysis process. Therefore, considering the duration and intensity of hockey players' work, it is fully justified to use blood lactate concentration as an indicator of their effort. The level of anaerobic endurance, so the ability for undertaking of multiple work incidents of maximal and submaximal intensity is just another essential element of player's preparation (Green, 1978). This sphere of player's preparation is considerably conditioned by the level of anaerobic glycolytic capacity (Green et al., 1978). The ability for multiple undertaking of work is limited by the volume of muscle glycogen reserves and by the rate at which it is resynthesised during breaks between consecutive periods of work in the ice rink. The second essential element affecting this particular ability is effectiveness of utilisation of this source of energy during work. A multiple performance of work at maximal intensity is possible only when the main energy source (typical for a given type of work) is rationally used (Green & Huston, 1975; Nespereira 1999). The assessment of anaerobic endurance in single work period is limited, but the assessment of effectiveness of anaerobic processes is possible. The decline of lactate concentration in blood in consecutive periods of training with maintenance of identical power and total work would indicate the increment of effectiveness of performed work. The opposite characteristic proves the unfavourable changes in this sphere (Gabrys, 2000).

- GREEN, H. (1978). Glycogen depletion patterns during continuous and intermittent ice skating. *Med.Sci. Sports.*, 10(3), pp. 183–187.
- GREEN, H., DAUB, B., PAINTER, D., THOMSON, J. (1978). Glycogen depletion patterns during ice hockey performance. *Med. Sci.Sports.*, 10(4), pp. 289–293.
- GREEN, H., HUSTON, M. (1975). Effects of a season of ice hockey energy capacities and associated functions. *Med.Sci.Sports.*, 7(4), pp. 299–303.
- HELLER, J. (1995) Diagnostika anaerobního výkonu a kapacity pomoci all-out testu. *Těl. vých. sport. mlád.*, 61, pp. 35–40.
- HELLER, J. (1999). Anaerobic fitness assessment using the Wingate test: a comparison of the results among various population groups. In: *Movement and Health*. Palacky University in Olomouc, pp. 218–222.
- HELLER, J., BUNC, V., PERIC, T. (1998). Anaerobic performance in young and adult ice hockey players. In: D. Jeschke, R. Lorenz (eds), *Sportartspezifische Leistungsdiagnostik – Energetische Aspekte*. Wissenschaftliche Berichte und Materialien des Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Köln, Sport und Buch Strauss, pp. 217–221.
- KLASNJA, A., BARAK, O., POPADIĆ-GAČESA, J., DRAPSIN, M., KNEZEVIĆ, A., GRUJIĆ, N. (2010). Analysis of anaerobic capacity in rowers using Wingate test on cycle and rowing ergometer. *Med Pregl.*, 63(9–10), pp. 620–3.
- MIKULIĆ, P., EMERSIC D., MARKOVIĆ G. (2010). Reliability and discriminative ability of a modified Wingate rowing test in 12- to 18-year-old rowers. *J Sports Sci*, 28(13), pp. 1409–14.
- NESPEREIRA, A. (1999). Training load measurement in roller hockey. (Abstract). 1st International Scientific Congress "Sport, Stress, Adaptation". NSA Sofia: 68.
- SCHICKHOFER, P., HAMAR, D. (1999). Changes in strength and anaerobic capacity during preparatory and competition period in ice hockey players. In: *Movement and Health*. Palacky University in Olomouc, pp. 460–464.
- SMITH, P., WENGER, H., QUINNEY, H., SEXSMITH, J., STEADWARD, R. (1982). Physiological profiles of the Canadian Olympic Team (1980). *Can. J. Appl. Sci.*, 7(2), pp. 142–146.
- STARSI, J., JANCOKOVA, L., VYBOCH, A. (1999). *Teorie a didaktika ladoveho hokeja*. Univ. Matieja Bela, KTVS, Banska Bystrica.
- SZMATLAN-GABRYS, U. (2007). *Physiological and biological basis for training in ice hockey*. PZHL, Warszawa.
- SZMATLAN-GABRYŚ, U., OZIMEK, M., STANULA, A., BOTTOMS, L. (2009). Structure of training loads changes of aerobic and anaerobic efficiencies in annual training period of polish ice hockey players. In: V. Suss, J. Buchtel et al. *Hodnocení herního výkonu ve sportovních hrách*. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, pp. 127–139.
- SZMATLAN-GABRYS, U., HOLUB, M., OZIMEK, M., MRÓZ, A., GABRYŚ, T. (2004). Evaluation of anaerobic endurance of rowers in laboratory tests. *Sport Science*, 36(2), pp. 25–29.
- WATSON, R., SARGAENT, T. (1986). Laboratory and on-ice test comparisons of anaerobic power of ice hockey players. *Can. J. Appl. Sport Sci.*, 11(4), pp. 218–224.
- ZUPAN, M., ARATA, A., DAWSON, L., WILE, A., PAYN, T., HANNON, M. (2009). Wingate Anaerobic Test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *J Strength Cond Res.*, 23(9), pp. 2598–604.
- WMADH. (2000). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *Journal of the American Medical Association*, 284(23), pp. 3043–3045.

Shortcuts applied in the work

P_{max}	maximal power
P_{av}	average power
W_{TOT}	total work performed
T_{uz}	time-to-reach P_{max}
T_{ut}	P_{max} holding time
ID	power decline index
LA	the lactate concentration in the blood
ΔLA	the lactate concentration in the blood increment after the completion of test