

613.693:613.73-07

PŘÍSPĚVEK KE STANOVENÍ ÚNAVY U PILOTŮ

MUDr. Vladimír DOLEŽAL, inž. Otakar PROCHÁZKA, Zdeňka ZEMANOVÁ
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Úkolem naší práce bylo pokusit se o stanovení stupně zatížení a únavy u pilotních žáků v leteckém učilišti technicky málo náročnou a v polních podmínkách snadno proveditelnou metodou. Podobnou práci uveřejnil Lavandier a Falet (1, 2) v r. 1954 a Lomonaco (3) v r. 1957. Tito autoři sledovali únavu u letců během bojového cvičení pomocí Donaggiovy reakce (dále D. r.) s dobrými výsledky. Tato metoda byla hojně používána ve sportovním lékařství. U nás Král, Schmid a spol. (4, 5, 6).

Metodika. Použili jsme modifikace podle prof. Tayeau (7) s 4% roztokem molybdenanu amonného, 1% roztokem metylenové modři a okyselené, bílkoviny zbavené močí. Reakce se provádí ve čtyřech zkumavkách takto:

1. zkumavka: 2 ml roztoku molybdenanu amonného, 2 ml moče, 1 ml methylenové modři.

2. zkumavka: 2 ml moče, 2 ml molybdenanu amonného, 1 ml metyl. modři.

3. zkumavka: 2 ml moče, 1 ml molybdenanu amonného, 1 ml metyl. modři.

4. zkumavka: 2 ml moče, 1 ml metyl. modři, 1 ml molybdenanu amonného.

Po smíchání se zkumavky dobře protřepají a nechají stát 24 hod. Odečítají se takto: je-li precipitace a sedimentace ve zkumavce kompletní a roztok nad sedimentem čirý a bezbarvý, zkumavka se označí jako 0.

Je-li zábrana precipitace úplná, pak se zkumavka označí číslem 4. Mezi úplnou precipitací a úplnou zábranou srážení jsou různé přechody, které se označují čísly 1, 2 a 3. Hodnoty, odečtené kolorimetricky nebo vizuálně ve všech čtyřech zkumavkách se sečtou a hodnotí jako celek. Maximální počet zde tedy může být 16, při úplné zábraně srážení.

Vlastní měření a výsledky: Měření bylo prováděno na pilotních žácích v leteckém učilišti druhého ročníku, kteří přecházeli z pomalých školních letadel na rychlá bojová letadla. Na těchto letadlech létali nejprve s instruktory a pak poprvé sólově. Sledovali jsme hlavně ty žáky, kteří byli vyšetřováni i jiným způsobem a které jsme při hodnocení rozdělili do několika skupin podle prospěchu. V úvahu byl vzat prospěch z teorie v prvním ročníku a prospěch z praxe (hodnocení učitelů prvních sólových letů). Moč jsme odebírali před a po letu. Žáci létali za optimálních klimatických podmínek, v dobré tělesné kondici. Z našeho souboru jsme vyloučili žáky, kteří byli unaveni nějakou tělesnou činností předešlého dne, byli nevyspalí apod. Přesto jsme často před letem nalézali hodnoty D. r. značně vysoké.

Výsledky: V grafu č. 1 jsou zaneseny hodnoty D. r. po prvním létání s instruktorem a po prvním sólovém letu. V první kolonce jsou znázorněny hodnoty D. r. před létáním, ve druhé po létání a ve třetí rozdíly párových hodnot. Průměrná hodnota D. r. před létáním s instruktorem činila $3,6 \pm 2,8$, po létání $2 \pm 2,5$, rozdíl párových hodnot činil $2 \pm 4,8$. Při létání sólovém byl průměr hodnot D. r. před létáním $2,2 \pm 1,8$, po létání $5,2 \pm 4,2$, rozdíl párových hodnot $1,2 \pm 3,8$.

V tabulce č. 1 a grafu č. 2 jsou zaneseny hodnoty podle prospěchu žáků: 5 - výtečný, 4 - dobrý a 3 - vyhovující. V prvních třech sloupcích jsou hodnoty při letech s instruktory, v další trojici při letech sólových.

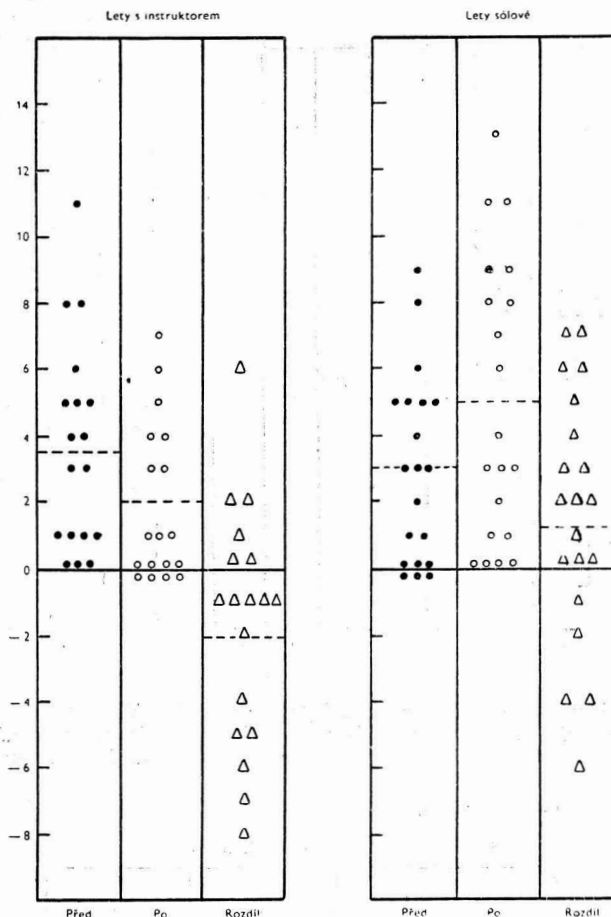
Průměrné hodnoty D. r. při letech s instruktory podle prospěchu:

Prospěch žáků	5	4	3
před letem	5	3,5	0
po letu	1,5	2,7	0
rozdíl	-3,5	-0,8	0

Hodnoty D. r. při letech sólových podle prospěchu:

Prospěch žáků	5	4	3
před letem	6	2,5—3	3—2,2
po letu	1	5—4,2	6,2—4
rozdíl	-5	2,5—5,5	3,2—4,6

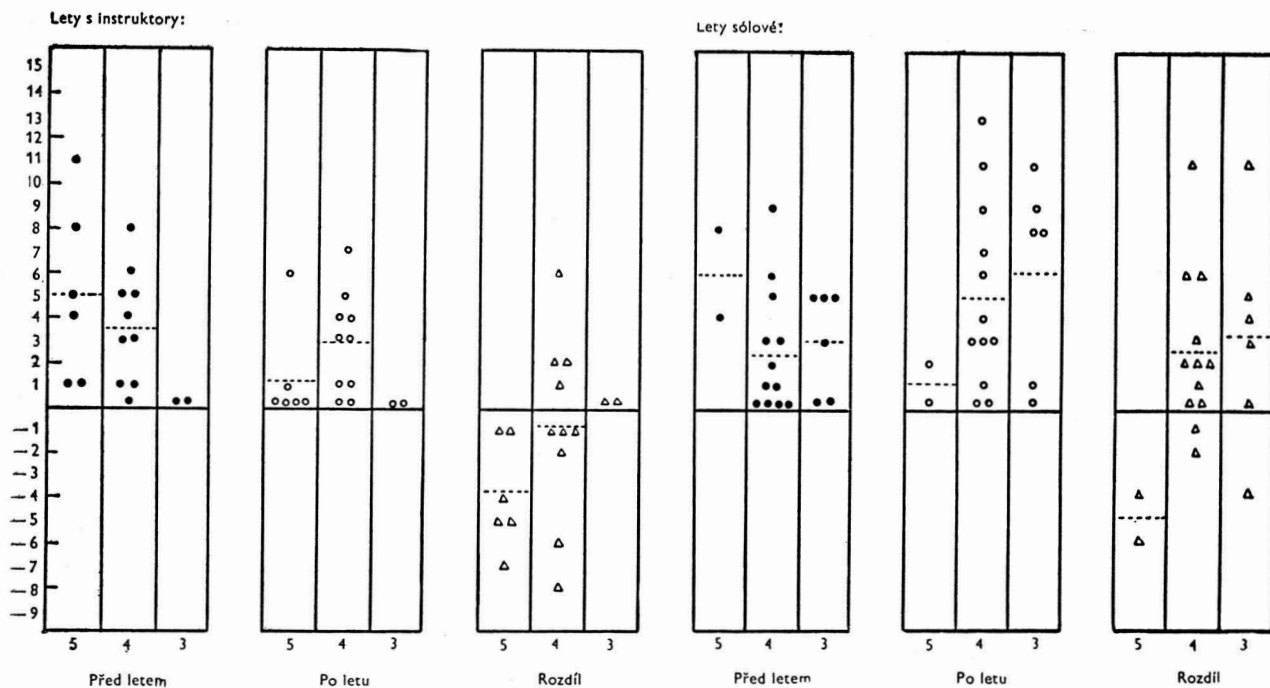
Tab. č. 1



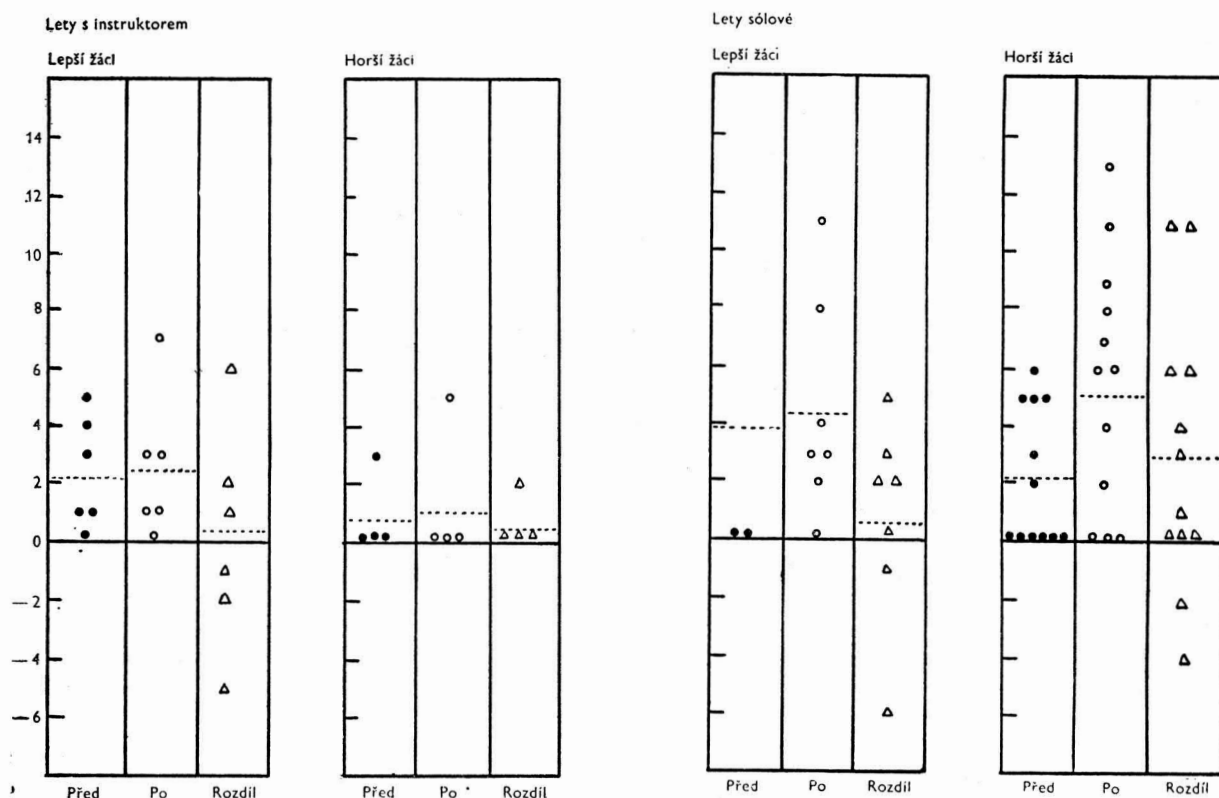
Graf 1. Sledování hodnot D. r. při letech s instruktory a při letech sólových. Na ose y jsou hodnoty D. r. V jednotlivých sloupcích jsou zaneseny hodnoty před letem, po letu a rozdíly párových hodnot; čárkovaně — průměry.

V dalším jsme provedli srovnání hodnot D. r. s prospěchem žáků (klasifikace z praxe) mezi prvními lety s instruktory a prvními lety sólovými. Tyto vztahy jsou znázorněny v grafu č. 3. Žáci při tomto hodnocení byli rozděleni do dvou skupin, a to na žáky lepší a horší, takže z našeho souboru jsme prakticky vyloučili skupinu průměrných žáků. Žáci lepší měli klasifikaci 5, žáci horší 3. Průměrné hodnoty D. r. u žáků lepších byly před letem s instruktory 2,2 a před lety sólovými 3,8. Po létání v prvním případě byla D. r. 2,5 a po letu sólovém 4,5. Rozdíl hodnot při letech s instruktorem a letech sólových činil 0,2. Žáci horší měli hodnoty D. r. před létáním s instruktorem 0,8, před lety sólovými 2,2. Po letech s instruktory 1,2 a po letech sólových 5,2. Rozdíl hodnot D. r. při letech s instruktory činil 0,4, po letech sólových $3 \pm 4,6$.

Rozbor: Při statistickém hodnocení výsledků jsme vycházeli z toho, že hodnoty D. r. nejsou rozloženy normálně, tj. symetricky kolem průměru, ale asymetricky, takže nejčastější hodnotou v normě je nula. Proto při hodnocení výsledků nebylo možno použít ve většině případů testů parametrických, protože nám záleželo na podrobném hodnocení, kde by se počítalo se změnami každého jednotlivce, jevílo se nám jako nejvýhodnější použití některého ze sdružených testů, které přihlížejí k velikosti rozdílů před a po letu. Z těchto důvodů jsme použili neparametrického pořadového sdruženého testu podle J. Hájků,



Graf 2. Hodnoty D. r. u žáků podle prospěchu při letech s instruktorem a při letech sólových. Na ose y – hodnoty D. r., čárkovaně – průměry. V prvních třech kolonách při letech s instruktory podle prospěchu: v první koloně před letem, v druhé po letu a ve třetí rozdíly párových hodnot. Ditto v kolonách při letech sólových.



Graf 3. Hodnoty D. r. žáků lepších a horších při letech s instruktorem a při letech sólových. V prvních dvou kolonách při letech s instruktorem; na ose y hodnoty D. r. Ve sloupcích jednotlivé případy před a po létání a rozdíly párových hodnot. Čárkovaně – průměry.

tzv. alfa-testu (8), který normálního rozložení členů nevyžaduje. T-testu podle Fischera a Studenta (9) bylo použito jen v jednom případě pro hodnocení rozdílů mezi změnami před a po letu u lepších a horších žáků při letech sólových, kde nebylo možno použít sdruženého alfa-testu a kde nešlo o zřejmé asymetrické rozložení.

Podle statistického zpracování výsledků D. r. po prvních letech s instruktory (viz graf č. 1) vyplývá, že po letu byly hodnoty D. r. sníženy proti hodnotám před letem ($N = 22$, $\alpha = 53$, $P < 0,05$). Hodnoty po prvních letech sólových jsou významně zvýšeny proti hodnotám před letem (viz graf č. 2) $N = 22$, $\alpha = 65,5$, $P \ll 0,05$. Korelace hodnot D. r. a prospě-

chu žáků rozdělených na lepší a horší s ohledem na lety s instruktory a lety sólové, bylo vyjádřeno T-testem podle Studenta a Fishera. Zní takto: $t = 1,172$, $P = 0,4-0,2$. Čili žáci prospěchově horší měli hodnotu D. r. po letech sólových významně zvýšenu, zatím co rozdíl hodnot D. r. před a po letu u žáků lepších byl nevýznamný.

Diskuse: Na vznik únavy u letce se vedle složky emoční uplatňuje do značné míry i svalová námaha, jak na to poukazují francouzští autoři Malméjac (10) a Lavandier (2). Svalová námaha se projevuje hlavně u stíhacích, tedy proudových letců, a to v tzv. statické práci, při níž pilot sedí v nepřírozené poloze v kabině letadla a mnohdy křečovitě drží páky řízení letadla. Uvedení autoři našli kostní deformace (vyrovnání bederní lordosy a přetrvávající bolesti v šíji) jako následek této polohy. V našem případě běželo hlavně o vystupňování složky emoční (při prvních sólových letech na rychlých vrtulových letadlech). Výsledky D. r., jejíž hodnoty byly po prvních sólových letech významně zvýšeny, tento názor potvrzují. Při srovnání výsledků D. r. u žáků, rozdělených podle prospěchu, byla nalezena určitá závislost v tom smyslu, že u žáků prospěchově horších byly rozdíly hodnot D. r. před a po letu významnější než u žáků prospěchově lepších, ale pro malý počet pozorování nelze však z toho činit obecný závěr a bude třeba provést pozorování na větší skupině žáků.

Zdá se tedy, že D. r. může sloužit jako orientační metoda pro posouzení stupně zatížení skupin žáků při létání, avšak vzhledem k nespecifičnosti reakce a vzhledem k tomu, že výsledky nebyly u téže skupiny žáků vždy jednoznačné, individuální posuzování únavy bude velmi nesnadné.

Závěr: V leteckém učilišti byl stanoven stupeň zatížení a únavy pilotních žáků pomocí Donaggiovy reakce, a to při prvních letech s instruktory a při prvních letech sólových na rychlých bojových letadlech. Výsledky D. r. byly statisticky zpracovány. Po prvních samostatných letech byly hodnoty D. r. významně zvýšeny proti hodnotám před letem. Při korelaci hodnot D. r. po letech sólových a letech s instruktory s prospěchem žáků, byly nalezeny větší rozdíly hodnot D. r. před a po letu u žáků prospěchově horších po prvních sólových letech.

Písemnictví

1. Falet, R.: Med. Aeronautique 9, 2, 153—161, 1954.
2. Lavandier, M.: Med. Aeronaut. 11, 1, 107—118, 1956.
3. Lomonaco, A.: Riv. Aero. Med., May 1957, 557—576.
4. Král, J., Schmid, L.: ČLČ 47, 208, 1934.
5. Král, J., Schmid, L.: ČLČ 84, 205, 1945.
6. Král, J., Schmid, L.: ČLČ 84, 757, 1945.
7. Tayeau, F.: J. Med. Bordeaux, 131, 10, 932—945, 1954.
8. Hájek, J.: Čas. pro pěst. matemat., roč. 80, 17—29, 1955.
9. Myslivec, V.: Statistické met. v zem. a les. výzkumu. Vyd. Čs. akad. zem. věd., Praha 1957.
10. Malméjac, J.: Med. Aeronaut. 9, 2, 135—143, 1954.