

Náročnost programované výuky ve výsledcích některých fyziologických šetření

JANA ŠÍMOVÁ, JOSEF JOACHIMSTHALER,
EMÍLIE CHALOUPKOVÁ,
Střední všeobecně vzdělávací škola v Plzni,
Krajská hygienická stanice v Plzni

Velmi často se diskutuje na téma modernizace výuky. Máme při tom na mysli takovou metodu nebo soubor metod, které by zajistily co největší aktivizaci žáků, vedly je k samostatnosti i k tomu, aby jejich vědomosti byly kvalitní. Je třeba, aby žáci dokázali chápat spojitost mezi poznatky, které právě získali, a tím, co již znají, aby nechápali věci a jevy izolovaně, aby dovedli pracovat samostatně a neustále měli kontrolu kvality svých poznatků. Jednou z těchto metod je programovaná výuka.

O efektivnosti programované výuky ve srovnání s klasickou výukou byla již uvedena řada prací podložených experimentálními zkušenostmi (Skinner 1954, Tollingerová a spol. 1966, Váňa a spol. 1966). Objevil se zde však problém rozdílu únavnosti při programované a při klasické výuce. Všeobecně se předpokládalo, že při programované výuce, kdy je žák nucen daleko intenzivněji samostatně pracovat než při klasické výuce, bude značně patrný rozdíl v únavnosti.

Z dostupných metodik, snažících se zjistit vliv výuky na únavu žáků, jsme použili na základě našich předchozích šetření a literárních údajů této metodiky: vyšetření reakční doby na světelné podněty, měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence pomocí hodinového panelu, vyšetření kritické frekvence splývání bliků a vyšetření tepové frekvence.

Kotásková a spol. (1959) se domnívá o metodě měření reakční doby, že je citlivá ke zjišťování změn vyšší nervové činnosti, vznikajících působením zatěžující činnosti. Vzhledem k tomu, že se při programované výuce klade větší nárok na zrakový analyzátor, použili jsme metodiky měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence, navržené Křivohlavým (1967). Autor vychází z předpokladu únavy pohybového aparátu oka při zrakově namáhavější práci i dalších funkcí zrakového analyzátoru a postihuje současně psychickou stránku této činnosti. Metodiky kritické frekvence splývání bliků bylo použito často s protichůdnými výsledky. Po zrakově namáhavé práci zjistil snížení kritické frekvence Markstein (1932), statisticky významné snížení ve stavu únavy zjistil Berg (cit. Da-

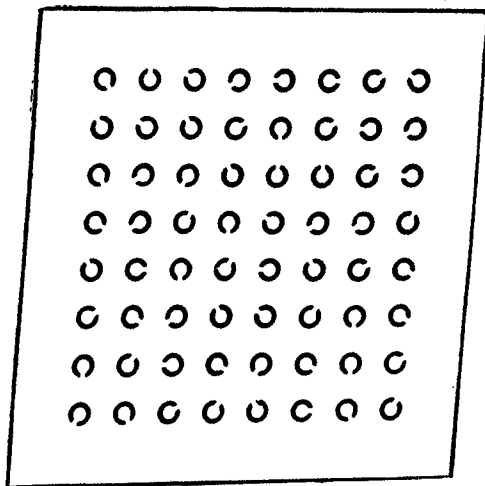
niel 1960). Vyšetření tepové frekvence použila Schmidt-Kolmer a spol. (1967) při sledování vlivu školní zátěže na žáky 9. tříd rozšířené střední školy, kteří se zároveň učili řemeslu.

Metodika

Vyšetření jsme provedli u dvaceti žáků II. a III. ročníku SVVŠ před začátkem vyučování a po 4. hodině klasické a programované výuky. Vzorek studentů byl vybrán ze třídy s přibližně vyrovnaným inteligenčním průměrem, byla brána v úvahu otázka dojíždějících žáků a zdravotní stav. K výuce bylo použito programovaných textů z matematiky, chemie, fyziky a českého nebo německého jazyka. Použité programy byly převážně větvového charakteru a bylo dbáno, aby odpovídaly látce probírané v daném ročníku. Vyšetření byla prováděna před výukou a po 4. vyučovací hodině individuální programované výuky. Pro srovnání pak sloužil zpravidla týž den v jiném týdnu, kdy se vyučovalo týměž předmětům klasickou metodou. Vyšetření se uskutečnilo při konstantním osvětlení, při průměrné teplotě 21 °C, relativní vlhkosti 44 % a barometrickém tlaku 732 mm Hg.

Měření reakční doby jsme prováděli na přístroji zhotoveném v Ústavu hygieny v Praze. Zdrojem optického signálu bylo bílé světlo (průměr 1 cm). S rozsvícením žárovky byly zapojeny hodiny, které měřily čas reakce v milisekundách. Požadovanou odpověď na optický podnět bylo smáčknutí tlačítka. Vlastní měření při výuce předcházely několikadenní zácvičky celkem na 300 optických podnětů. Po zácvičce jsme při každém vyšetření měřili reakci na 50 optických podnětů. Jak při zácvičce, tak při vlastním měření byly dodrženy stejné intervaly mezi podněty v rozmezí 2—4 sec.

K měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence jsme použili dvou panelů různé velikosti, na kterých jsou zobrazeny podněty ve tvaru prstence. Prstence jsou na jednom místě přerušovány a toto přerušování je orientováno ve dvanácti směrech podobně jako čísla na hodinovém ciferníku. Prstence jsou uspořádány do čtverce 8×8 znaků (obr. 1). Při měření vyšetřovaná osoba čte prstence v místech punctum proximum a



Obr. č. 1: Hodinový panel podle Křivohlavého.

punctum adlatum, což je neustálé střídání akomodace a konvergence. Při zácviku i při vlastním měření četl vyšetřovaný vždy první znak na vzdáleném panelu, pak první znak na blízkém panelu a dále postupoval střídavým způsobem až do konce řádky. Četl vždy okrajové řádky horizontálně i vertikálně, zleva nebo zprava podle předem připraveného programu. Za dostačující zácvik jsme považovali přečtení celého panelu čtyřikrát a osmdesáti znaků střídavým způsobem. Zorný úhel pro bližší panel byl 4', pro vzdálenější panel 2'. Metodika a způsob hodnocení výsledků je podrobně popsána v práci Křivohlavého (1967).

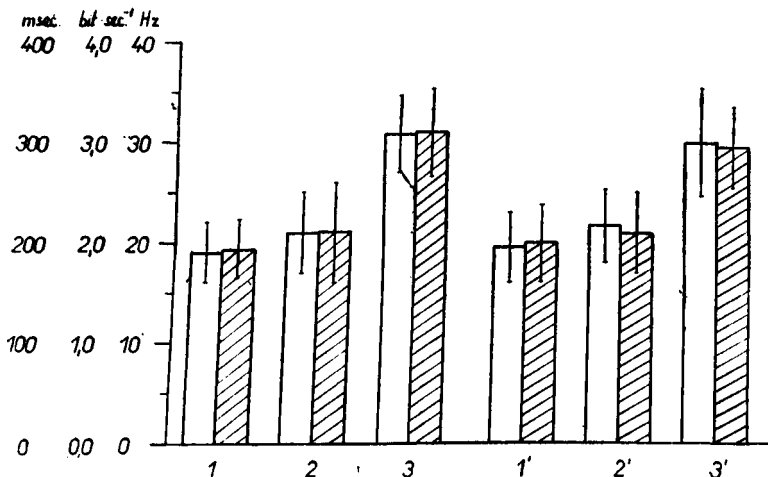
K vyšetření kritické frekvence splývání bliků jsme použili přístroje zn. Oristrob (typ 2371/B, Orion EMG). Vyšetřovaný odčítal moment splynutí záblesků na terčíku o průměru 1,5 cm ze vzdálenosti 1 m. Terčík stroboskopu byl v ose binokulárního vidění. Počáteční frekvence byla vždy 10 Hz a zrychlování záblesků jsme prováděli rychlostí 2 Hz za sec. Trvání záblesku je 5–10 msec nezávisle na frekvenci podnětů. Vyšetření na začátku i na konci vyučování jsme prováděli ve tmě mimo učebnu vždy za stejných podmínek. Každý vyšetřený byl předem instruován.

Ortostatickou a klinostatickou reakci jsme zjišťovali telemetrickým zařízením (Míkiska, Hyška 1967). Po dvaceti minutách uklidnění ležela vyšetřovaná osoba 10 minut na lehátku. Poté jsme započali s měřením tepové frekvence po dobu jedné minuty. Na vyzvání se vyšetřovaná osoba postavila a měřili jsme tepovou frekvenci jednu minutu. Potom se položila a bezprostředně po položení jsme započali s měřením tepové frekvence opět po dobu jedné minuty.

V ý s l e d k y

Průměrné hodnoty jednotlivých vyšetření na začátku a na konci vyučování jsou uvedeny na grafu č. 1.

Na začátku programované výuky byly hodnoty prosté reakční doby



Graf č. 1: Průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou (δ) reakční doby (1), zrakového výkonu (2) a kritické frekvence splývání bliků (3) při normální a programované výuce (1', 2', 3'). Prázdné sloupce: začátek vyučování. Šrafované sloupce: po 4. vyučovací hodině.

196 msec \pm 34,5. Po 4. hodině programované výuky jsme zjistili mírné prodloužení reakční doby. Toto prodloužení je však statisticky nevýznamné. Rozptyl naměřených hodnot je na konci programované výuky poněkud větší než na začátku. Při hodnocení F-testem je však toto zvýšení nevýznamné. Při normálním způsobu výuky jsou hodnoty na začátku i na konci vyučování prakticky stejné.

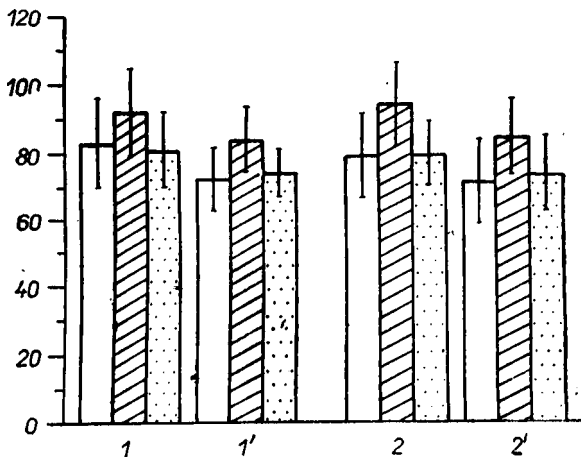
Při měření zrakové únavy byl výkon na začátku vyučování při normálním způsobu výuky 2,09 \pm 0,39 bit. sec⁻¹, na konci vyučování 2,10 \pm 0,50 bit. sec⁻¹. Tento rozdíl je statisticky nevýznamný. Druhou sérii pokusů jsme prováděli s týmiž žáky při programované výuce. Při tomto způsobu výuky byl výkon na začátku vyučování v průměru 2,18 \pm 0,37 bit. sec⁻¹. Po 4. hodině výuky došlo proti hodnotám zjištěným na začátku vyučování ke zhoršení. Hodnoceno párovým t-testem je zhoršení statisticky významné pro p=0,05. Při obou způsobech výuky je na konci vyučování rozptyl hodnot větší než na začátku.

Průměrné hodnoty kritické frekvence splývání bliků se pohybují při obou způsobech výuky mezi 29,5 Hz a 31,0 Hz. Při programovaném způsobu výuky jsme zjistili po 4. hodině výuky mírný pokles kritické frekvence splývání bliků z 29,9 \pm 5,5 na 29,5 \pm 4,2 Hz. Hodnoceno párovým t-testem je tento rozdíl statisticky nevýznamný.

Výsledky vyšetření tepové frekvence vleže při ortostatické a klinostatické reakci jsou uvedeny na grafu č. 2. Porovnáme-li jednotlivá vyšetření při normální a programované výuce, jsou průměrné hodnoty tepové frekvence prakticky stejné. Při obou způsobech výuky dochází vždy kolem poledne, kdy bylo provedeno druhé vyšetření, k poklesu tepové frekvence. Tento pokles je při vyšetřování vleže a při ortostatické reakci statisticky vysoce významný pro p=0,001.

Diskuse

Hodnoty prosté reakční doby na jednobarevný světelný podnět se pohybují v průměru hodnot udávaných jinými autory (Woodworth a spol. 1959,



Graf č. 2: Průměrné hodnoty tepové frekvence se směrodatnou odchylkou (δ) při normální (1,1) a programované výuce (2,2). Na ose x: 1 a 2 — začátek vyučování, 1' a 2' — konec vyučování. Na ose y: počet tepů. Prázdné sloupce: průměrné hodnoty t. f. vleže, šrafované sloupce: ortostatická reakce, tečkované sloupce: klinostatická reakce.

Kholová, Matoušek 1967). Mírné prodloužení reakční doby v našich pokusech a zvětšení rozptylu po 4. hodině programované výuky svědčí o nevýznamně větší zátěži při tomto způsobu výuky. Tento nálezn je ve shodě s jinými autory, kteří uvádějí narůstání projevů únavy u žáků ve 4. vyučovací hodině (Kolandová 1963, Stěpanov 1961). Při normální výuce zůstávají hodnoty reakční doby na začátku a po 4. vyučovací hodině prakticky stejné.

Při měření zrakové únavy pomocí hodinového panelu jsme zjistili po čtyřech hodinách programované výuky statisticky významné zhoršení výkonu v sériovém čtení oproti hodnotám na začátku vyučování. Při normálním způsobu výuky zůstával výkon stejný. Domníváme se, že tento rozdíl je způsoben charakterem programované výuky, která je především vizuální, a proto více zatěžuje zrakový analyzátor. Křivohlavý (1967) uvádí zhoršení zrakového výkonu v laboratorních pokusech při zrakovém zatěžování i v provozním prostředí v Tesle Strašnice při zrakově namáhavé práci.

Při programované výuce došlo u studentů po 4. vyučovací hodině k poklesu kritické frekvence splývání bliků o 0,4 Hz při denním osvětlení. Výsledek odpovídá pozorování Grandjeana (1959) u spojovatele; ten zjistil během pracovní směny průměrný pokles kritické frekvence o 2,1 Hz při zářivkovém osvětlení a o 0,6 Hz při denním osvětlení.

Kritická frekvence splývání bliků byla pokládána za jev odehrávající se v periferní části zrakového analyzátoru, zejména na sítnici. Brzy se však začaly množit údaje svědčící o významné účasti mozku (zejména kůry) na tomto jevu. V posledních letech byl zjištěn vztah kritické frekvence ke stavu retikulární formace mozkového kmene a k vegetativní rovnováze organismu (Kholová, Matoušek 1967). Výsledky vyšetření Daniela (1960) u strojvedoucích a výsledky výzkumu dalších autorů (Graybiel a spol. 1943) ukazují, že na základě této zkoušky nemůžeme zjišťovat stav kůry mozkové během únavy tak jednoznačně, jak se původně očekávalo.

Při srovnání tepové frekvence před začátkem vyučování a kolem 12. hodiny jsme pozorovali v poledne její pokles při vyšetřování vleže při ortostatické a klinostatické reakci. Významný pokles tepové frekvence v průběhu vyučování zjistila Schmidt-Kolmer a spol. (1967) a vysvětluje tento pokles jako následek duševní práce. U stejně starých učňů pozorovala při průběžném vyšetřování nepatrný vzestup tepové frekvence. Pokles tepové frekvence v poledních hodinách jako následek denního biologického rytmu uvádí u dětí Lehmann (1962), u dospělých Bykov (1954). Nakolik se při našem šetření podílelo na poklesu tepové frekvence v poledních hodinách duševní zatížení při normální i programované výuce nebo periodické kolísání tepové frekvence v průběhu dne, nemůžeme posoudit.

Z á v ě r

Při srovnání výsledků uvedených šetření při normální a programované výuce jsme zjistili, že výsledky při programované výuce se mírně liší. Po 4. hodině programované výuky byl při měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence výkon ve čtení podnětů statisticky významně horší než na začátku výuky. Při normální výuce byl rozdíl ve výkonu nevýznamný. Je to zřejmě způsobeno tím, že programovaná výuka klade

větší nároky na zrakový analyzátor. Po 4. hodině programované výuky jsme našli mírné prodloužení reakční doby se zvětšením rozptylu a pokles kritické frekvence splývání bliků. Výsledky obou těchto vyšetření však nebyly statisticky významné. Při normální výuce zůstává reakční doba a kritická frekvence splývání bliků prakticky stejná.

Průměrné hodnoty tepové frekvence jsou při obou způsobech výuky téměř stejné. Při vyšetření vleže, při ortostatické i klinostatické reakci je kolem 12. hodiny vždy zřetelný pokles tepové frekvence ve srovnání se začátkem vyučování. Vzhledem k tomu, že k poklesu tepové frekvence dochází také při ortostatické a klinostatické reakci, předpokládáme, že v průběhu dopoledního vyučování dochází ke změnám ve vegetativní soustavě, na nichž se podílí jak duševní práce, tak biologické denní rytmy.

Vzhledem k těmto výsledkům se domníváme, že programovaná výuka bude znamenat větší zátěž pro žáky, zejména pokud jde o zrakový analyzátor, ale rozdíl není příliš výrazný. Z hlediska pedagogického procesu je programovaná výuka efektivnější, dosažené znalosti jsou hlubší a trvalejší, protože žák je po celou hodinu aktivně zapojen a neustále si kontroluje, zda učivu porozuměl.

S o u h r n

U dvaceti žáků střední všeobecně vzdělávací školy ve věku 17 a 18 let jsme provedli při normální a programované výuce vyšetření reakční doby na světelné podněty, měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence pomocí hodinového panelu a vyšetření kritické frekvence splývání bliků. Pro posouzení vegetativních změn jsme použili vyšetření ortostatickou a klinostatickou reakcí. Při programované výuce, která klade větší nároky na zrakový analyzátor, jsme zjistili pomocí hodinového panelu statisticky významné zhoršení po 4. hodině výuky ve srovnání se začátkem vyučování. U ostatních dvou metodik došlo také ke zhoršení po 4. hodině výuky, nebylo však statisticky významné. Při vyšetření tepové frekvence jsme pozorovali při vyšetření vleže, při ortostatické i při klinostatické reakci výrazný pokles hodnot tepové frekvence v poledních hodinách v průběhu normální i programované výuky. Domníváme se, že se na něm podílí převážně duševní zatížení a biologické denní rytmy.

L i t e r a t u r a

1. Bykov, K. M.: *Studien über periodische Veränderungen physiologischer Funktionen des Organismus*. Berlin, Akademie Verlag, 1954, 221 s.
2. Daniel, J.: *Zisťovanie únavy rušňovodičov psychofyziologickými metodami*. Psychol. štúdie II, 1960 : 66—97.
3. Grandjean, E.: *Physiologische Untersuchungen über die nervöse Ermüdung der Telephonistinnen und Büroangestellten*. Int. Z. angew. Physiol., 1959, 17 : 400—418.
4. Graybiel, A., Lilienthal, J. L., Horwitz, O.: *Flicker Fusion Test as a Measure of Fatigue in Aviators*. J. Aviation Med., 14, 1943, 6.
5. Kholová, J., Matoušek, O.: *Metody rozboru pracovní činnosti a měření zátěže při práci*. Psychologie v ekonomické praxi, 1967, 2 : 64—73.
6. Kolandová, J.: *Hodnocení režimu vyučování ve škole s celodenní péčí metodou modifikovaného Bourdonova testu a sledování latentní doby reakce*. Čs. Hyg., 8, 1963, 9 : 553—558.

7. Kotásková, J., Mokrý, Z.: *Uplatnění reakčních dob na světelné signály při výzkumu vyšší nervové činnosti dítěte*. Čs. Hyg., 4, 1959, 2/3 : 135—142.
8. Křivohlavý, J.: *Měření zrakové únavy změnami akomodace a konvergence*. Čs. Psychol., 11, 1967, 4 : 347—351.
9. Lehmann, O.: *Praktische Arbeitsphysiologie*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag 1962, 409 s.
10. Markstein, K.: *Die Augenermüdung im Differenzmaß*. Industr. Psychotechnik, 1932, 3. Citováno podle Kravkova, Moskva, 1950.
11. Mikiska, A., Hyška, P.: *Radiotelemetrie bioelektrických potenciálů ve fyziologii práce*. Pracov. Lék., 19, 1967, 5 : 211—223.
12. Schmidt-Kolmer, E., Ockel, E.: *Vliv vyučování na růst a krevní oběh u žáků během školního roku*. Čs. Hyg., 12, 1967, 5 : 254—259.
13. Skinner, B. F.: *Věda o učení a umění se učit*. Předneseno na vědecké konferenci v Pittsburghu dne 12. března 1954.
14. Stěpanov, V.: *Pobyt dětí na čerstvém vzduchu o velké přestávce a problém narůstání projevů únavy*. Čs. Hyg., 6, 1961, 7 : 426—435.
15. Stěpanov, V.: *Pobyt dětí na čerstvém vzduchu o velké přestávce a problém narůstání projevů únavy*. Čs. Hyg., 1962, 2/3 : 185—189.
16. Tollingerová, D., Kněžů, V., Kulič, V.: *Programované učení*. Praha, SPN 1966, 189 s.
17. Váňa, J., Tollingerová, D.: *Materiály z 2. celostátní konference*. Praha, Pedagogický ústav JAK ČSAV 1966, I. díl, 306 s., II. díl 384 s.
18. Woodworth, K. S., Schlosberg, H.: *Experimentálna psychológia*. Bratislava, Vydavateľstvo SAV, 1959.

ЯНА ШИМОВА, ИОЗЕФ ИОАХИМСТАЛЕР,
ЭМИЛИЯ ХАЛОУПКОВА

РЕЗУЛЬТАТЫ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЛОЖНОСТИ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

У 20 учеников средней общеобразовательной школы в возрасте 17 и 18 лет в рамках нормального и программированного обучения было исследовано время реагирования на световые импульсы, было проведено определение усталости зрения вследствие перемен аккомодации и конвергенции при помощи часового щита и критической частоты слияния мигания. Для определения вегетативных изменений авторы применили исследование при помощи ортостатической и клиностатической реакции. При программированном обучении, которое предъявляет повышенные требования к зрительному анализатору, авторы установили при помощи часового щита статистически важное ухуд-

шение после четвертого урока в сравнении с началом обучения. При пользовании другими двумя методами ухудшение наблюдалось тоже после четвертого урока, однако это ухудшение было незначительным в статистическом отношении. В процессе исследования частоты пульса при исследовании ученика в лежащем положении, при ортостатической и при клиностатической реакции наблюдалось выразительное понижение величин частоты пульса в полдень, во время нормального и программированного обучения. Авторы полагают, что причиной этого является преимущественно умственная нагрузка и биологические дневные ритмы.

JANA ŠÍMOVÁ, JOSEF JOACHIMSTHALER,
EMÍLIE CHALOUPKOVÁ

**THE RESULTS OF SOME PHYSIOLOGICAL EXAMINATIONS TO SHOW HOW
DEMANDING PROGRAMMED INSTRUCTION IS**

Twenty pupils of a general secondary school aged 17 and 18 were examined during traditional and programmed instruction with regard to reaction time to light stimuli, the measurement of sight fatigue by changes in accommodation and convergence by means of an hour's panel; the examination also concerned the critical frequency of merging blinks of light. In order to judge the vegetative changes we used the examination by orthostatic and clinostatic reaction. In programmed instruction, which is more demanding for the sight analyser, we found by means of an hour's panel statistically important

deterioration after the fourth hour of instruction compared with the beginning of the first hour. Deterioration also occurred when the other two techniques of examination were used, but it was not statistically significant. When examining the pulse frequency in the lying-down position we observed both in orthostatic and clinostatic reaction a clear fall in the pulse frequency figures during the midday hours no matter whether the instruction given was traditional or programmed instruction. We believe it is caused mainly by the mental fatigue and the biological daily rhythms.