

Ergonomski faktori rizika i fizička nelagodnost korisnika laptop računara¹

Vladimir Stanković²

Filozofski fakultet, Odeljenje za psihologiju, Univerzitet u Beogradu

Svetlana Čizmić

Filozofski fakultet, Odeljenje za psihologiju, Univerzitet u Beogradu

Cilj ovog istraživanja jeste identifikacija faktora rizika nelagodnosti pri radu na laptop računaru. Ispitivani su subjektivan osećaj, stepen opterećenja, jačina i učestalost diskomfora. Istraživanjem je obuhvaćeno 186 ispitanika. U prvoj fazi ispitanici su popunjavali upitnik o subjektivnom osećaju nelagodnosti uslovljenoj specifičnostima korišćenja laptop računara, dok je u drugoj 10 ispitanika opservirano tokom korišćenja računara. Ocenjivanje položaja gornjeg dela tela tokom rada obavljeno je tehnikom *Rapid Upper Limb Assessment*, RULA. Gotovo petina ukupnog broja ispitanika pokazuje veću učestalost nelagodnosti. Najveći broj ispitanika saopštava da su nepravilno sedenje i zauzimanje neuobičajenih položaja glavni činioci povećanja nelagodnosti posle rada na laptopu. Prilikom korišćenja laptop računara dolazi do povećanja nelagodnosti u vratu, pri čemu su faktori rizika izraženiji onda kad rad traje više sati u kontinuitetu, u okruženju u kojem ne postoji fiksirana površina za postavljanje uređaja i kad se ne koriste eksterni dodaci. U većini položaja koje korisnici zauzimaju dolazi do ekstenzije / fleksije vrata, što je posledica specifičnog dizajna uređaja. Povećana nelagodnost registrovana je i u leđima, mada je nešto manja nego u vratu. Faktori rizika nelagodnosti u vratu i leđima izraženiji su onda kad se radi više od pet sati dnevno, u položajima koji su poput sedenja na klupi i bez korišćenja dodataka. Kod korisnika koji prilikom rada pretežno sede na fiksiranim površinama s naslonom (npr. na stolici) dolazi do povećane nelagodnosti u ručnom zglobu. Opservacija RULA tehnikom pokazala je da je rizik najveći onda kad se laptop koristi u sledećim položajima: sedenje na podu, ležanje i držanje uređaja u krilu. Dobijeni rezultati imaju važne implikacije za povećanje dobrobiti korisnika laptop računara u savremenom radnom okruženju.

Ključne reči: ergonomija, interakcija čovek–kompjuter, laptop, nelagodnost, RULA tehnika

1 Istraživanje je deo Projekta 179018 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

2 Student doktorskih studija, stankovicvladimir01@gmail.com

Savremena tehnologija unapredila je u značajnoj meri efikasnost i sigurnost ljudskog rada. Međutim, ostaje mnogo otvorenih pitanja u pogledu adekvatnog dizajna radnog prostora i prilagođenosti uređaja koji su integrisani u rad. U takvim uslovima rad u kancelarijama, na prvi pogled čak i bezbedan, može doprineti narušavanju komfora i zdravlja zaposlenih ukoliko rade osam i više sati sedeći za računarom u nametnutom položaju, na način koji je determinisan dizajnom radnog mesta, kao i samog uređaja.

Danas skoro da ne postoji posao u kojem se računari ne koriste bar u nekom od procesa rada. Kad je reč o kompjuterima, neprekidno se javljaju nova inženjerska rešenja koja, s jedne strane, smanjuju potrebu za korišćenjem desktop računara a, s druge strane, povećavaju upotrebu informacionih tehnologija u procesu rada. Interakcija čovek – kompjuter (Human-Computer Interaction) oblast je ergonomije koja se bavi specifičnostima interakcije čoveka i kompjutera, pre svega analizom i optimizovanjem oba dela sistema (čoveka i kompjutera) s ciljem da se postigne veći sklad i efikasnost celine (Booth, 1989). U skladu s promenom inženjersko-ergonomske paradigme (Boff, 2006) dolazi i do promena načina interakcije čovek – kompjuter. Čovek se definiše kao operator koji obavlja specifične poslove u sistemu, pri čemu prima informacije preko indikacionih uređaja i utiče na sistem preko izvršnih delova ili komandi (Čizmić, 2006).

Interakcija s računarom može se sagledati u tri domena (Karray, Alemzadeh, Saleh & Arab, 2008): 1) *Fizički domen* – mehanika odnosa čoveka i kompjutera; 2) *Kognitivni domen* – načini na koji operatori, koristeći mentalne modele, razumeju sistem i stupaju u interakciju s njim, i 3) *Afektivni domen* – emocije korisnika u vezi sa informacionim tehnologijama koje koristi u radu. U ovom radu bavimo se fizičkim aspektima odnosa čovek – kompjuter, tradicionalnom temom ergonomije koja je veoma relevantna za život i rad ljudi u savremenim psiho-socijalno-tehničkim sistemima. Ta tema posebno je od značaja kad su u pitanju faktori rizika za zdravlje i dobrobit korisnika računara.

Specifičnost rada na računaru u odnosu na rad s većinom tradicionalnih alata ogleda se u tome što operator mora da zauzme statičan, sedeći položaj, u kojem se malo mišića aktivira. Tako je, na primer, u istraživanju Kolkomba i saradnika (Colcombe et al., 2004) pokazano da je produženo sedenje faktor koji može imati inhibitorski efekat na razvoj određenih neuroanatomskih struktura u mozgu. Ukoliko ovaj nalaz sagledamo iz evolucione perspektive, produženo sedenje možemo označiti kao bihevioralnu karakteristiku koja nije adaptivna jer dovodi do smanjenja sposobnosti preživljavanja (Buss, 2005). Dugotrajno sedenje nije usklađeno sa anatomijom čovekovog tela koja je, po svemu sudeći, prilagođena za dinamičnu fizičku aktivnost lovca-sakupljača. Istraživanja su pokazala da dugotrajno sedenje može imati ozbiljne zdravstvene posledice (Andersen, Fallentin, Thomsen, & Mikkelsen, 2011; Colcombe et al., 2004; Kumar, 1999). U sistemu čovek – kompjuter specifičnost dizajna

uređaja, kao i radne stanice (mikroprostor u kojem korisnik koristi uređaj) nalažu zauzimanje neadekvatnih položaja tela (pognuta leđa, fleksija vrata, neprirodna savijenost udova), što dovodi do nelagodnosti, pa i bola, pri čemu se, uz dugotrajnu izloženost, mogu razviti zdravstvene tegobe (muskuloskeletne, kardiovaskularne i nervne).

Muskulosketna nelagodnost, diskomfor (u daljem tekstu ravnopravno se koriste termini nelagodnost i diskomfor) odnosi se na bilo kakvo osećanje zamora, nelagodnosti i bola koji se javlja u nekom delu muskuloskeletnog sistema (Erdinc, 2011; McGreevey, 2003; Hanvold & Veiersted, 2010). Uzroci diskomfora najčešće su ponavljano naprezanje sitnih mišića i zglobova usled jednoličnih pokreta, kao i opterećenje većih mišića i kostiju pri zauzimanju neuobičajenih položaja tela. Možemo reći da su faktori rizika za diskomfor prilikom korišćenja računara ujedno i faktori rizika za nastanak nekog od poremećaja usled kumulativnih trauma. Poremećaji usled kumulativnih trauma jesu povrede muskuloskeletnog i nervnog sistema izazvane repetitivnim zadacima, nasilnim naprezanjima, vibracijama, mehaničkom kompresijom ili produženom neuobičajenom pozicijom (McGreevey, 2003).

Karakteristike rada na laptop računarima

Laptop računari se u pogledu dizajna razlikuju od desktop računara prvenstveno zbog toga što omogućavaju veću mobilnost. Još jedna od specifičnosti laptopa jeste integrisanost, tj. neodvojivost ekrana i sistema za unos komandi. Sistem za kontrolu kursora („miš“) spojen je s tastaturom. Iako te karakteristike čine laptop računare mobilnijim, manjim i ekonomičnijim, upravo takav dizajn može biti prepreka ergonomičnoj interakciji.

Faktori rizika prilikom korišćenja laptop računara

Opšti faktori rizika vezani za desktop računare javljaju se i prilikom korišćenja laptop računara. U literaturi se najčešće navode sedenje u neadekvatnim položajima, položaj i udaljenost ekrana, neadekvatnost sistema za unos komandi (npr. Straker, Jones. & Miller, 1997). Postoje i određene specifičnosti kojima ćemo posvetiti pažnju.

Neuobičajene pozicije i mesta korišćenja kao specifičnost korišćenja laptopa stoji u osnovi gotovo svih ostalih aspekata rada na laptopu. Mnogi nalazi ukazuju na to da laptop korisnici generalno zauzimaju veći broj neadekvatnih položaja, koji dovode do povećanja nelagodnosti (Demmans, Subramanian, & Titus, 2007; Erdinc, 2011; Jamjumrus & Nanthavanij, 2008; Sommerich, Star, Smith, & Shivers, 2002; Straker et al., 1997). Neke od pozicija koje laptop korisnici često zauzimaju dok rade jesu: sedenje za stolom, ležeća pozicija, sedenje na podu, sedenje na stolici (bez stola), sedenje s laptopom koji se drži

na nogama, itd. (Harris & Straker, 2000). Prajs i Dael (Price & Dowell, 1998) analizovali su pozicije koje korisnici laptopa zauzimaju prilikom rada na fik-snoj površini i doveli ih u vezu s diskomforom. Ukoliko se laptop postavi tako da je ekran u optimalnom nivou vidnog polja, sistem za unos komandi se, usled integrisanosti sa ekranom, mora postaviti na viši nivo. To dovodi do neprirodnog položaja gornjih udova, što rezultira povećanjem diskomfora u vratu, ramenima, ručnom zglobu i leđima.

Istraživanje na studentskoj populaciji pokazalo je da skoro svi korisnici laptopa i *notebook* računara prilikom rada za stolom drže vrat u neprirodnom položaju i osećaju povećani diskomfor (Raps & Nanthavanij, 2008). Gold i saradnici (Gold, Driban, Yingling, & Komaroff, 2012) pokazali su da korisnici govore o većem diskomforu kad laptop koriste u ležećoj poziciji nego kad sede. Pored specifičnog dizajna, razlog za zauzimanje neuobičajenih položaja prilikom rada jeste mobilnost laptopa. Može se pretpostaviti da način korišćenja uređaja dovodi do razvoja poremećaja usled kumulativnih trauma.

Pokretljivost ekrana. Usled slabe pokretljivosti ekrana korisnici osećaju povećanu aktivnost mišića vrata i često zauzimaju neprirodne položaje (Harris & Straker, 2000; Jonai, Villanueva, Takata, Sotoyama & Saito, 2000; Saito, Miyao, Kondo, Sakakibara, & Toyoshima, 1997; Villanueva et al., 1997). Ograničen ugao vidnog polja može uticati na to da se ramena i leđa naginju napred i naprežu, pri čemu dolazi do ekstenzije vratnih mišića i devijacije radijalnog ugla ručnog zgloba. Sve to rezultira simptomima kao što su bol u vratu, leđima, ramenima, laktu i zglobovima.

Asundi i saradnici (Asundi, Odell, Luce, & Dennerlein, 2010) nalaze da u svim uobičajenim okolnostima korišćenja laptop računara (na stolu, na křilu, na postolju) dolazi do opterećenja vratnih mišića, kao i devijacije ručnog zgloba. Šeto i Li (Szeto & Lee, 2002) pokazali su da korisnici laptopa i *notebook-a*, usled specifičnosti dizajna uređaja (manji ekran) dovode vrat u neprirodan, statičan položaj, čime ga opterećuju. Rizik za javljanje nelagodnosti takođe je povezan sa specifičnim dizajnom ekrana uređaja.

Sistem za unos komandi. Specifičnost dizajna tog dela uređaja ograničava pokretljivost korisnika, jer je tastatura spojena sa ekranom i ne postoji mogućnost odvajanja. Rad u takvom položaju dovodi do nelagodnosti u ručnim zglobovima i do naprežanja vratnih mišića (Asundi et al., 2010). U takvim situacijama rada postoji rizik za javljanje sindroma Karpalnog tunela, ozbiljnog poremećaja usled kumulativnih trauma (Haase, 2007). Rezultati jedne studije (Jacobs et al., 2009) pokazali su da ispitanici koji koriste eksterne dodatke, kao što su tastatura, miš i postolje za laptop, osećaju manji diskomfor od onih koji ih ne koriste. Bolovi u leđima i vratu mogu biti rezultat neadekvatne pozicije ekrana tokom unosa komandi (Jonai et al., 2002), dok je diskomfor u laktu i zglobu najčešće izazvan neadekvatnim uglom u kojem se ruke nalaze prilikom unosa komandi, što je, pored nepovoljnog odnosa ekran – tastatura,

povezano i s manjim dimenzijama tastature (Ortiz, 2005). Visina tastature, u slučajevima kad je ekran postavljen u optimalnu poziciju, dovodi do toga da korisnici više pružaju ruke tokom unosa komandi, povećavajući biomehaničko opterećenje u ramenima, ručnom zglobu i gornjem delu leđa (Price & Dowell, 1998).

Ostali faktori, pre svega karakteristike radne stanice laptopa, kao što su visina stola i stolice, nepostojanje dodatnih podloga za delove interfejsa, osvetljenje u prostoriji, zaštita od UV zračenja i disperzija toplote, deluju na biomehaničko naprezanje i povećanje diskomforta, kako pojedinačno, tako i kao celina.

Zbog sve veće popularnosti laptopa, posebno kod mlađe populacije, kao i mogućih posledica vezanih za njegovo neadekvatno korišćenje, u ovom radu bavili smo se diskomforom do kojeg dolazi usled korišćenja laptopa. Ispitali smo interakciju čoveka i laptop računara, imajući u vidu da dizajn uređaja određuje način njegovog korišćenja. Specifičan oblik interakcije čovek – kompjuter dovodi do karakterističnih posledica po psihofizičko zdravlje korisnika. Pošli smo od toga da ne postoji dovoljan broj istraživanja koja na sistematski način pristupaju proučavanju faktora rada na laptop računarima u vezi sa osećanjem nelagodnosti kao jednim od prvih znakova narušavanja fizičkog zdravlja korisnika. Glavni problem istraživanja jeste povezanost specifičnosti korišćenja laptop računara, za koje pretpostavljamo da su proizvod dizajna uređaja, sa doživljajem diskomforta (učestalosti opšteg diskomforta i jačine diskomforta u pojedinim delovima tela) kod studentske populacije koja koristi laptop. Glavna pretpostavka jeste ta da neergonomičan dizajn laptop računara dovodi do zauzimanja neuobičajenih položaja tela, pa tako predstavlja jedan od ključnih činilaca diskomforta. Cilj je da se identifikuju činioci koji su u vezi sa diskomforom (trajanje rada, mesto korišćenja i karakteristike radne stanice), kao i delovi tela na kojima se tipično javlja povećan diskomfort. Pretpostavlja se da će određeni delovi tela, kao što su vrat, leđa i ručni zglobovi, trpeti veće opterećenje tokom rada.

Metod

Procedura i tehnike ispitivanja. Istraživanje je sprovedeno u dve faze tokom juna i jula 2013. U prvoj fazi korišćen je upitnik koji je delimično konstruisan po uzoru na upitnike korišćene u sličnim istraživanjima (Harris & Straker, 2000). Ispitali smo subjektivan osećaj diskomforta – učestalost opšteg diskomforta i jačinu diskomforta u različitim delovima tela; mišljenje o uzrocima diskomforta, kao i specifičnosti rada kao faktore diskomforta – staž u korišćenju laptop računara, trajanje rada (dnevno, godišnje), kontinuitet rada, korišćenje eksternih dodataka, mesto (lokacija) korišćenja, karakteristike površina za sedenje i položaji tela tokom rada. Učestalost opšteg diskomforta merena je

putem skale procene sa tri stepena – niska, srednja i visoka učestalost opšteg diskomforta. Subjektivan osećaj jačine diskomforta ispitivan je u 11 različitim delova tela pre i posle rada na laptopu. Ispitanici su procenjivali stepen jačine diskomforta za svaki deo tela na četvorostepenoj skali procene (0–3), odvojeno za periode pre i posle rada, pri čemu je skor 0 značio da nema osećaja diskomforta, a skor 3 da je osećaj diskomforta veoma izražen.

U drugoj fazi korišćena je tehnika za opservaciju i ocenjivanje položaja gornjeg dela tela tokom rada – Brza procena gornjih udova (*Rapid Upper Limb Assessment*, skraćeno RULA tehnika; McAtamney & Corlett, 1993). Metod upitnika je kombinovan sa RULA tehnikom, metodom strukturisane opservacije, kako bi se dobila detaljnija slika i omogućilo kvalitetnije zaključivanje (Menéndez et al., 2007). RULA tehnika je relativno jednostavan alat za utvrđivanje rizika za nastanak poremećaja gornjih ekstremiteta pri obavljanju radnih zadataka. Omogućava brzu procenu muskuloskeletnog opterećenja u odnosu na položaj tela, ponavljanje pokreta i snagu izvođenja pokreta. Procena se vrši na skali na kojoj se obeležavaju specifični položaji tela i pridodaju se bodovi kojima se označava stepen opterećenja. Jedinствен skor dobija se kombinacijom individualnih skorova opterećenja. Ispitivanje RULA tehnikom odvijalo se tako što se ispitanik postavi u radnu stanicu s laptop računarnom (radni sto, sto u kafiću, klupa u parku, pod, kauč) i daje mu se zadatak da unosi tekst (tipičan zadatak korisnika računara). Ispitivač unosi podatke u RULA upitnik, tj. pridaje ocene (bodove) u skladu s položajima delova tela.

Uzorak. Uzorak je činilo 186 studenata Odeljenja za psihologiju Filozofskog fakulteta u Beogradu (14% ispitanika bile su osobe muškog pola). U fazi opservacije učestvovalo je 10 ispitanika. Prosečna starost ispitanika bila je 21 godina.

Rezultati

S obzirom da raspodela varijabli koje se odnose na mere učestalosti opšteg diskomforta i subjektivnog osećaja jačine diskomforta odstupa od normalne (Šapiro-Vilks) (Shapiro Wilks *test*) značajan je za sve nivoe varijabli, korišćene su neparametrijske statističke metode. Za obradu podataka RULA testova korišćene su metode samog instrumenta (McAtamney & Corlett, 1993).

Učestalost opšteg diskomforta i jačina diskomforta. Oko petine (19,4%) ukupnog broja ispitanika saopštava da su kod njih simptomi diskomforta veoma učestali a, s druge strane, isti procenat ispitanika izjavljuje da se simptomi javljaju veoma retko. Diskomfor se povećava kao posledica rada na računaru. Na osnovu ocena ispitanika, posle rada dolazi do značajnog povećanja diskomforta u vratu u odnosu na diskomfor pre rada na laptopu (*sign test* je $Z = 11,92$, $p < 0,001$), pri čemu je period rada prosečan interval rada tipičan za ispitanika. Pored vrata najviše su pogođena leđa. Pronađena je značajna razlika u jačini diskomforta u leđima posle rada u odnosu na jačinu diskomforta pre rada,

$Z = 11,41$, $p < 0,001$. Nešto manje opterećeno je rame, u kojem takođe dolazi do povećanja diskomforta posle rada u odnosu na diskomfort pre rada $Z = 9,90$, $p < 0,001$. Značajne su i razlike subjektivnog osećaja nelagodnosti u ručnom zglobu, $Z = 6,17$, $p < 0,001$, pri čemu je nelagodnost veća posle rada.

Mišljenje o uzrocima diskomforta. Skoro polovina ukupnog broja ispitanika (45,7%) navodi nepravilno sedenje kao glavni faktor diskomforta. Zauzimanje neobičnih položaja kao uzročnika diskomforta navodi 37,6% ispitanika. 10,8% ukupnog broja ispitanika kao glavni uzrok pojave diskomforta navodi produžen period rada, dok 5,9% ispitanika glavnu „krivicu” pripisuje nedostatku fizičke aktivnosti. *Hi*-kvadrat testom utvrđeno je da su razlike između svih kategorija značajne, $\chi^2(3, N = 185) = 85,96$, $p < 0,01$. Poređenjem parova *Man-Vitnijevim* testom (*Mann-Whitney test*) utvrđeno je da se ispitanici koji su naveli zauzimanje neuobičajenih položaja kao glavni faktor nastanka diskomforta značajno razlikuju po jačini simptoma diskomforta u predelu leđa od onih koji navode opterećenje, $U = 416,5$, $p < 0,05$, manjak fizičke aktivnosti, $U = 217,5$, $p < 0,05$, ali ne i sa onima koji navode nepravilno sedenje kao glavni faktor, $U = 2643$, $p = 0,219$. Međutim, ispitanici koji navode nepravilno sedenje kao glavni faktor ne razlikuju se značajno od ostalih ispitanika po jačini diskomforta u leđima. *Kruskal-Valisov test* (*Kruskal-Wallis test*) pokazao je da je kod ispitanika koji pretežno koriste laptop razlika u jačini simptoma, u zavisnosti od faktora koji se navode kao glavni uzroci, opet statistički značajna u domenu leđa, $H = 9,54$, $p < 0,05$, dok se kod onih koji pretežno koriste desktop računar razlika ne pokazuje statistički značajnom, $H = 1,7$, $p = 0,62$. To takođe može ukazivati na specifičnost laptop računara u odnosu na desktop računare kao na faktor koji doprinosi nastanku diskomforta.

Stož u korišćenju laptop računara. Rezultati su pokazali da 11,3% studenata ima staž u korišćenju laptop računara kraći od godinu dana, 36% koristi laptop 1–3 godine, 30,6% ima iskustvo rada 4–5 godina, dok preostalih 21% koristi laptop više od 5 godina. *Kruskal-Valisovim testom*, (*Kruskal-Wallis test*) utvrđeno je da povezanost korisničkog staža sa učestalošću opšteg diskomforta nije značajna, $H = 2,227$, $p = 0,517$. Korisnički staž nije povezan s jačinom diskomforta ni u jednom od 11 testiranih delova tela.

Prosečno dnevno vreme provedeno u radu na laptop računaru. Petinu ukupnog vremena (20,6%) provedenog za računarima u toku dana studenti provode u korišćenju desktop računara, dok većinu vremena (80,3%) provode u radu na laptopu. Najveći procenat, njih 37%, radi na laptopu 3–4 sata dnevno, 14,5% ispitanika koristi laptop u proseku manje od jednog sata dnevno, 26,9% koristi laptop 1–2 sata dnevno, 14,5% ispitanika radi 5–6 sati dnevno, 4,3% radi 7–8 sati dnevno, dok samo 1,6% provodi više od 8 sati dnevno za laptopom. Kad se ispitanici porede po učestalosti opšteg diskomforta u odnosu na prosečno trajanje rada, *Kruskal-Valisovim testom* (*Kruskal-Wallis*

test) utvrđeno je da razlike nisu značajne, $H = 0,340$, $p = 0,560$. Međutim, kada se ispitanici porede po tome da li više koriste laptop ili desktop računar, Man–Vitnijevim testom (*Mann–Whitney test*) potvrđeno je značajno povećanje diskomfora u kolenu kod onih koji više koriste laptop, i to ukoliko uređaj koriste u proseku više od pet sati dnevno, $U = 1680$, $p \chi 0,05$. Kod onih koji pretežno koriste desktop razlika u diskomforu u kolenu nije značajna, $U = 29$, $p = 0,68$.

Kontinuitet rada, učestalost i dužina pauza. Na laptop računaru 23,9% ukupnog broja ispitanika uglavnom radi više sati u kontinuitetu bez pravljenja pauze, dok 75,3% pravi pauze tokom rada. Poređenjem dve grupe ispitanika Man–Vitnijevim testom (*Mann–Whitney test*) utvrđena je značajna razlika u jačini diskomfora nakon rada na uređaju, i to u vratu, $U = 2488$, $p \chi 0,05$. Dakle, korisnici laptop računara koji ne prave pauze tokom rada osećaju veću nelagodnost u vratu nakon rada.

Eksterni dodaci. Znatno broj ispitanika, čak 44,6% njih, ne koristi nikakve eksterne dodatke, dok preostali ispitanici (55,4%) koriste različite eksterne dodatke, u najvećem broju eksternog miša (42,5% ukupnog broja ispitanika). S obzirom na korišćenje dodataka, poređenjem grupa Man–Vitnijevim testom (*Mann–Whitney test*) utvrđeno je da se ispitanici ne razlikuju značajno po učestalosti opšteg diskomfora, $U = 4124,5$, $p = 0,636$, kao ni po jačini diskomfora (*Man–Vitnijev test* nije pokazao značajnost ni na jednom od 11 testiranih delova tela).

Mesto (lokacija) korišćenja. U proseku, studenti laptop najviše koriste kod kuće (79,8% od ukupnog vremena rada), na fakultetu 10,4% vremena rada, u kafiću oko 7%, u parku i na klupi oko 0,9%, a oko 1,8% vremena na ostalim lokacijama. Man–Vitnijevim testom (*Mann–Whitney test*) pokazano je da se učestalost opšteg diskomfora ne menja značajno s obzirom na lokaciju ($U = 2276,5$, $p = 1,00$). Međutim, kod ispitanika koji više koriste laptop nego desktop računar, i to uglavnom van kuće, primećuje se značajno povećanje diskomfora u nadlaktici, $U = 657$, $p \chi 0,05$.

Karakteristike površina za sedenje. Prilikom korišćenja laptop računara, korisnici najveće vreme (63,6%) provode sedeći na fiksiranim površinama s naslonom. U znatno manjoj meri sede na fiksiranim površinama bez naslona (16,6%) i na stolici s mogućnošću podešavanja samo visine ili i visine i ugla naslona (19,6%). Kad je reč o učestalosti opšteg osećaja diskomfora u odnosu na tip površine na kojoj se sedi tokom rada, Kruskal–Valisov test (*Kruskal–Wallis test*) nije pokazao značajne razlike ($H = 1,33$, $p = 0,515$). Međutim, testiranjem razlika u pogledu intenziteta diskomfora u različitim tačkama tela dobijeno je da se diskomfor povećava samo u ručnom zglobu, i to posle sedenja na fiksiranim površinama, u odnosu na korišćenje stolica sa mogućnošću podešavanja visine i ugla naslona (*Kruskal–Wallis test* – $H = 6,33$, $p \chi 0,05$).

Položaji tela tokom rada. Ispitanici provode 56,9% ukupnog vremena u radu s laptop računarom sedeći za stolom, 32,2% sedeći na klupi, trosedu, kauču, krevetu itd, 9,7% ležeći na stomaku ili boku, oko 1,5% zauzimajući neke od ostalih položaja. Kruskal–Valisovim testom (*Kruskal–Wallis test*) pokazano je da se grupe ispitanika ne razlikuju značajno po učestalosti opšteg diskomforta u odnosu na položaje tela, $H = 3,02$, $p = 0,221$. Međutim, kad se u obzir uzme prosečno trajanje rada i korišćenje eksternih dodataka, razlike su značajne. Ispitanici koji dnevno prosečno rade duže od pet sati, i pritom ne koriste dodatke, češće osećaju diskomfor od ostalih, $H = 9,44$, $p \chi 0,05$. Nisu utvrđene značajne razlike u jačini diskomforta ni za jedan od 11 testiranih delova tela, u odnosu na položaj tela prilikom rada na laptopu.

Kad se u prethodnu analizu uvedu varijable korisničkog staža i prosečnog trajanja rada na laptopu u toku dana, Kruskal–Valis test (*Kruskal–Wallis test*) pokazuje da ispitanici koji koriste laptop više od pet godina, rade prosečno dnevno na uređaju više od pet sati i uglavnom ga koriste u radnoj stanici bez fiksirane površine (npr. klupe) osećaju veći diskomfor u nadlaktici, $H = 5,17$, $p \chi 0,05$. Ako se ispitanici porede samo u pogledu korišćenja eksternih dodataka, Man–Vitnijev test (*Mann–Whitney test*) pokazuje povećanje diskomforta u vratu, $U = 473,5$, $p \chi 0,05$, i to kod onih koji ne koriste dodatke a često koriste laptop bez fiksirane površine za uređaj. Kad se u analizu uvede i trajanje vremena provedenog u radu s korišćenjem dodataka, Man–Vitnijev test (*Mann–Whitney test*) pokazuje povećanje diskomforta u vratu, $U = 4,37$, $p \chi 0,05$, i leđima, $U = 4,41$, $p \chi 0,05$, kod onih koji ne koriste dodatke, rade više od pet sati dnevno i uglavnom uređaj koriste na klupi i sličnim lokacijama. Dakle, vrat i leđa trpe najveće opterećenje kad se laptop koristi u radnim stanicama bez fiksiranih površina na koje se uređaj može postaviti.

Položaj delova tela tokom rada. Veliki broj ispitanika (67%) tokom rada na laptopu vrat drži u pognutom ili isturenom položaju. Kruskal–Valisovim testom (*Kruskal–Wallis test*) utvrđene su značajne razlike u odnosu na položaj vrata (pognut ili isturen) s jačinom diskomforta u određenim delovima tela, konkretno u leđima, $H = 6,99$, $p \chi 0,05$, nadlaktici, $H = 7,41$, $p \chi 0,05$, laktu, $H = 8,2$, $p \chi 0,05$, i podlaktici, $H = 7,61$, $p \chi 0,05$. Ispitanici navode najveći stepen jačine diskomforta kad se vrat drži u oštrom uglu u odnosu na gornji deo leđa. Kruskal–Valisov test (*Kruskal–Wallis test*) pokazao je da ispitanici koji šaku uglavnom usmeravaju na unutrašnju stranu u odnosu na podlakticu u većoj meri osećaju diskomfor u zglobu od onih koji šaku drže u liniji sa podlakticom, kao i od onih koji šaku drže usmerenu na spoljašnju stranu u odnosu na podlakticu ($H = 6,1$, $p \chi 0,05$), što znači da je takav položaj šake tokom rada najmanje povoljan za zglob.

Analiza položaja i opterećenja na osnovu opservacije. Položaji tela i mesta rada koja su bila uključena u analizu RULA tehnikom obuhvataju: 1) sedenje za radnim stolom; 2) sedenje u kafiću; 3) sedenje na običnoj klupi (park, fa-

kultetski hol, laptop u krilu); 4) ležanje (na stomaku i na boku) i 5) sedenje na podu. Interpretacije RULA skorova prema autorima testa jesu: skor 1–2: prihvatljivo; skor 3–4: istražiti dalje; skor 5–6: istražiti dalje i promeniti položaj uskoro; skor 6–7: istražiti i promeniti položaj momentalno (McAtamney & Corlett, 1993). Skorovi su prikazani u Tabeli 1.

Položaji i mesta rada	Skor
Sedenje na podu	7
Ležanje (na stomaku / na boku)	7
Sedenje na klupi (rad na butinama)	5
Sedenje u kafiću	4
Sedenje za radnim stolom	3

Iz Tabele 1 vidimo da sedenje na podu i ležanje predstavljaju najnepovoljnije položaje tokom rada, te duže ostajanje u tim pozicijama predstavlja faktor rizika za pojavu nelagodnosti. Tumačenje skorova pokazuje da oni nisu prihvatljivi ni za jednu poziciju u kojoj se korisnici nalaze tokom rada (čak ni prilikom rada za radnim stolom). To govori o tome da su položaji različitih delova tela prilikom rada, bez obzira na to gde se on odvija, neadekvatni i ukoliko se rad produži, mogu predstavljati faktor rizika po zdravlje korisnika. Kod većine ispitanika primećena je fleksija vrata pod uglom do 20 stepeni nadole, kao i postavljanje šake (tj.zgloba) u neadekvatan položaj, obično usmerene nagore i levo ili desno u odnosu na podlakticu.

Diskusija

Rezultati istraživanja ukazuju na zabrinjavajući podatak da je kod čak 20% ukupnog broja ispitanika koji koriste laptop računare nelagodnost veoma izražena. Opservacija uz pomoć RULA tehnike govori o veličini rizika koji korišćenje laptop računara ima po fizičko zdravlje korisnika, a on se kreće od srednjeg do visokog nivoa. Istraživanje je pokazalo značajne razlike u jačini diskomforta koji korisnici laptop računara osećaju pre i nakon rada. Vrat trpi najveće opterećenje, slede leđa, ramena, pa ručni zglob. Opservacija je pokazala da prilikom rada u većini pozicija dolazi do ekstenzije ili fleksije vrata, što je opaženo kao posledica specifičnosti dizajna uređaja (integrisanost, tj. nemogućnost odvajanja ekrana od tastature). Najveći broj ispitanika (80%) navodi da su nepravilno sedenje i zauzimanje neuobičajenih položaja tokom rada glavni faktori subjektivne nelagodnosti. Opservacijom su takođe utvrđeni visoki nivoi opterećenja kao posledica zauzimanja neuobičajenih položaja. To je u saglasnosti sa subjektivnim procenama ispitanika i potvrđuje nalaze prethodnih istraživanja (npr. Jonai et al., 2002; Saito et al., 1997). Potvrđeno je naše glavno očekivanje da neuobičajenost položaja tela prilikom korišćenja laptopa, kao posledica specifičnosti dizajna uređaja, dovodi do narušavanja fizičkog zdravlja korisnika.

Opservacije su pokazale da dolazi do fleksije, ekstenzije i uvrtnja ručnog zgloba u većini pozicija koje korisnici zauzimaju tokom rada. To je, kao što je poznato iz literature, rizičan položaj koji dovodi do diskomforta, a može dovesti i do ozbiljnijih muskuloskeletnih poremećaja (Haase, 2007). Sledeći faktor rizika jeste mesto korišćenja: diskomfort se značajno povećava u nadlaktici kod studenata koji više koriste laptop nego desktop računar i pritom ga, uglavnom, koriste van kuće. Opservacije su pokazale da se stepen opterećenja razlikuje u zavisnosti od pozicije i mesta korišćenja, što potvrđuje naša očekivanja. Faktor rizika za diskomfort u nadlaktici predstavlja korišćenje laptop uređaja u radnoj stanici bez fiksirane površine za uređaj, zajedno sa prolongiranim korišćenjem uređaja (više od pet godina i više od pet sati dnevno). Korišćenje laptopa bez fiksirane površine kao faktor rizika može se pripisati mobilnosti i integrisanosti laptopa. To su upravo inženjerski aspekti njegovog dizajna koji se često navode kao prednost laptopa u odnosu na desktop računar. Taj nalaz je u skladu s nalazima prethodnih istraživanja (Demmans et al., 2007; Erdinc, 2011; Harris & Straker, 2000; Straker et al. 1997; Szeto & Lee, 2002).

Neadekvatna površina za sedenje može doprineti javljanju diskomforta u zglobo i predstavlja još jedan aspekt radne stanice na koji treba obratiti pažnju. Opservacije su pokazale da je opterećenje najveće usled korišćenja uređaja na neadekvatnim površinama (pod, krevet). Faktor rizika predstavlja i korišćenje laptop računara duže od pet sati dnevno. Diskomfort u vratnom delu javlja se kod ispitanika koji rade više sati u kontinuitetu i ne prave pauze. Nije pronađena povezanost između korišćenja eksternih dodataka sa učestalošću i jačinom diskomforta. Međutim, ispitanici koji ne koriste dodatke, a dnevno rade duže od pet sati na laptop računaru i uređaj uglavnom koriste sedeći za stolom, češće osećaju diskomfort. Korišćenje uređaja u okruženjima gde ne postoji fiksirana površina za uređaj može doprineti nastanku diskomforta u predelu vrata i leđa. Rizik je dodatno uvećan produženim radom (više od pet sati dnevno) i radom bez eksternih dodataka. Činjenica da je vrat jedan od delova tela koji trpi najveće opterećenje tokom rada na laptopu u skladu je s prethodnim istraživanjima i poziva na fokusiranje izmena u radnoj stanici, koje bi najpre bile usmerene na optimizovanje položaja vrata.

Možda se na prvi pogled može reći da uzorak iz studentske populacije ograničava relevantnost nalaza. Ipak, ako imamo u vidu da studenti predstavljaju buduću populaciju zaposlenih koja će u svet rada ući sa višegodišnjim korisničkim stažom i lošim navikama pri korišćenju laptopa, oni su upravo važan izvor informacija o rizicima korišćenja laptopa po fizičko zdravlje.

Zaključak i implikacije

Sumirajući sve navedeno, možemo reći da glavne faktore rizika za pojavu diskomforta u studentskoj populaciji predstavljaju: 1) Neuobičajeni položaji tela prilikom rada, koji su posledica specifičnog dizajna uređaja (integrira-

nosti ekrana i tastature), a koji dovode do posebnog opterećenja vrata i leđa. Može se reći da su neuobičajeni položaji tela u osnovi svih ostalih faktora rizika; 2) Lokacije i karakteristike površina za rad i sedenje, koje su takođe u vezi sa specifičnim dizajnom – posebno sedenje na fiksiranim površinama i to bez adekvatne površine na kojoj bi uređaj bio postavljen i 3) Produženo vreme rada, posebno duže od pet sati dnevno, bez pravljenja adekvatnih pauza. U tom slučaju rizik je dodatno uvećan ukoliko se ne koriste eksterni dodaci, što opet ukazuje na dizajn uređaja kao mogući uzrok subjektivne nelagodnosti.

Istraživanje je doprinelo rasvetljavanju nekih od faktora rizika rada na laptop računaru u studentskoj populaciji, koji se javljaju kao proizvod specifičnog, po našoj oceni, neergonomskog dizajna. Rezultati ukazuju na opasnost od negativnih posledica, koje (neadekvatno) korišćenje laptop uređaja može imati po fizičko zdravlje korisnika.

Potvrđena su ranija istraživanja u kojima je pokazano da je specifičnost dizajna laptop računara facilitator povećanog opterećenja u određenim delovima tela. Kako bi se interakcija sa uređajem učinila efikasnijom (poboljšanje vidnog polja, brži unos komandi), dolazi do zauzimanja neuobičajenih položaja, a kao posledica javlja se diskomfor. Ovo istraživanje potvrdilo je nalaze istraživanja u kojima se razmatraju implikacije dizajna desktop i laptop računara, pri čemu su mobilnost i integrisanost laptop uređaja razlozi zbog kojih se interakcija korisnika ova dva tipa uređaja razlikuje (Asundi et al., 2010; Demmans et al., 2007; Erdinc, 2011; Gold et al. 2012; Price & Dowell, 1998; Straker et al. 1997; Szeto & Lee, 2002).

Najadekvatniji pristup rešavanju takvih problema, sa stanovišta ergonometrije, bio bi redizajn uređaja u koji bi se uključile anatomske-biomehantičke karakteristike prosečnog korisnika. Jedna od preporuka bila bi da se, u cilju smanjenja opterećenja vrata optimizuje odnos ekran – sistem za unos komandi tako što bi ekran na neki način bio odvojiv od tastature ili bi ceo uređaj bio rasklopiv. Ipak, redizajn uređaja ambiciozan je poduhvat, te bi za sad pažnju trebalo usmeriti u pravcu izmena u radnoj stanici. Stoga su ukazivanja na probleme tog tipa, po našem mišljenju, bitna za sve koji se bave dizajnom radnog prostora. Uvođenje edukacije zaposlenih o ergonomskim principima rada na laptop računaru bila bi još jedna od mogućih intervencija, koja bi značajno mogla da doprinese očuvanju fizičkog zdravlja korisnika. U tom smislu, preporuke su da se radna stanica sastoji od adekvatne površine za uređaj (radni sto adekvatne visine i proporcija), stolice s mogućnošću podešavanja visine sedišta i ugla naslona, postolja za laptop, uz koje bi trebalo koristiti eksternu tastaturu i miša. Pažnju treba obratiti i na adekvatno osvetljenje radne stanice, pri čemu bi trebalo umanjiti efekat refleksije ekrana, koja se nepovoljno odražava na vidno polje. Intervencija takođe treba da bude usmerena na uvođenje adekvatnih pauza i odmora.

Preporuka je da se u istraživanjima zadovoljstva poslom, u okviru istraživanja zadovoljstva radnom sredinom, obrati pažnja na specifične aspekte interakcije zaposlenog i laptopa, odnosno kompjutera. U budućim istraživanjima treba ispitivati vezu diskomforta s produktivnošću i efikasnošću zaposlenih, s jedne strane, i zadovoljstva poslom, s druge strane. Studenti su, kao budući zaposleni, populacija na koju treba obratiti posebnu pažnju kad je reč o karakteristikama i navikama korišćenja laptopa, budući da ih oni prelaskom u svet rada unose u radnu sredinu. Adekvatna i pravovremena ergonomska edukacija bila bi u tom smislu važan deo pripreme za posao svakog zaposlenog koji koristi laptop u radu.

Reference

- Andersen, J. H., Fallentin, N., Thomsen, J. F., Mikkelsen, S. (2011). *Risk factors for neck and upper extremity disorders among computers users and the effect of interventions: An overview of systematic reviews*. *PLoS ONE* 6(5):e19691. doi:10.1371/journal.pone.0019691.
- Asundi, K., Odell, D., Luce, A., & Dennerlein, J. T. (2010). Notebook computer use on a desk, lap and lap support: effects on posture, performance and comfort. *Ergonomics*, 53(1), 74–82.
- Boff, K. (2006). Revolutions and shifting paradigms in human factors and ergonomics. *Applied Ergonomics*, 37, 391–399.
- Booth, P. (1989). *An introduction to human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Buss, D. (Ed.) (2005). *Handbook of evolutionary psychology*. NJ: Wiley & Sons.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., & Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(9), 3316–3321.
- Čizmić, S. (2006). *Ljudski faktor – osnovi inženjerske psihologije*. Beograd: Institut za psihologiju.
- Demmans, C., Subramanian, S., & Titus, J. (2007). Posture monitoring and improvement for laptop use. *CHI'07 Extended abstracts on Human factors in computing systems*, 2357–2362.
- Erdinc, O. (2011). Upper extremity musculoskeletal discomfort among occupational notebook personal computer users: Work interference, associations with risk factors and the use of notebook computer stand and docking station. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 39(4), 455–463.
- Gold, J. E., Driban, J. B., Yingling, V. R., & Komaroff, E. (2012). Characterization of posture and comfort in laptop users in non-desk settings. *Applied Ergonomics*, 43(2), 392–399.
- Haase, J. (2007). Carpal tunnel syndrome– a comprehensive review. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*, 32, 175–249.

- Harris, C. & Straker, L. (2000). Survey of physical ergonomics issues associated with school childrens' use of laptop computers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26(3), 337–346.
- Jacobs, K., Johnson, P., Dennerlein, J., Peterson, D., Kaufman, J., Gold, J., Williams, S., et al. (2009). University students' notebook computer use. *Applied Ergonomics*, 40(3), 404–409.
- Jamjumrus, N. & Nanthavanij, S. (2008). Ergonomic intervention for improving work postures during notebook computer operation. *Journal of Human Ergology*, 37, 23–33.
- Jonai, H., Villanueva, M. B. G., Takata, A., Sotoyama, M., & Saito, S. (2002). Effects of the liquid crystal display tilt angle of a notebook computer on posture, muscle activities and somatic complaints. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29(4), 219–229.
- Karray, F., Alemzadeh, M., Saleh, J., & Arab, M. (2008). Human-computer interaction: Overview on state of the art. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 1(1), 137–159.
- Kumar, S. (1999). *Biomechanics in ergonomics*. London: Taylor & Francis.
- McAtamney, L. & Corlett, E.N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
- McGreevey, J. (2003). *Cumulative Trauma Disorders in office workers*. N.J. Department of Health and Senior Services. New Jersey.
- Menéndez, C. C., Amick, B. C., Jenkins, M., Janowitz, I., Rempel, D. M., Robertson, M., Dennerlein, J. T., et al. (2007). A multi-method study evaluating computing-related risk factors among college students. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 28(4), 287–297.
- Ortiz, L. A. (2005). Laptop users: Preventing injuries through an effective training program. QAS 515-Human Factors Engineering. Preuzeto sa: http://jclauson.com/msqa/term_papers/laptop_users-_preventing_injuries_through_an_effective_training_program.pdf
- Price, J. M. & Dowell, W. R. (1998). Laptop configurations in offices: effects on posture and discomfort. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 42(8), 629–633.
- Raps, T. & Nanthavanij, S. (2008). Survey Study of Notebook Computer Use and Preferred Work Postures among Thai University Students. *Thammasat International Journal of Science and Technology*, 13(4), 62–75.
- Saito, S., Miyao, M., Kondo, T., Sakakibara, H., & Toyoshima, H. (1997). Ergonomic evaluation of working posture of VDT operation using personal computer with flat panel display. *Industrial Health*, 35(2), 264–270.
- Sommerich, C. M., Starr, H., Smith, C. A., & Shivers, C. (2002). Effects of notebook computer configuration and task on user biomechanics, productivity, and comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30(1), 7–31.
- Straker, L., Jones, K. J., & Miller, J. (1997). A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computers. *Applied Ergonomics*, 28, 263–268.
- Szeto, G. P., & Lee, R. (2002). An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(4), 527–532.

- Villanueva, M. B., Jonai, H., Sotoyama, M., Hisanaga, N., Takeuchi, Y., & Saito, S. (1997). Sitting posture and neck and shoulder muscle activities at different screen height settings of the visual display terminal. *Industrial Health*, 35(3), 330–336.
- Waersted, M., Hanvold, T. N., & Veiersted, K. B. (2010). Computer work and musculoskeletal disorders of the neck and upper extremity: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(79). Preuzeto sa: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/11/79>

DATUM PRIJEMA RADA: 11.12.2013.

DATUM PRIHVATANJA RADA: 23.05.2014.

Ergonomic Risk Factors and Physical Discomfort in Laptop-computer Users

Vladimir Stanković

Faculty of Philosophy, Psychology Department, University of Belgrade

Svetlana Čizmić

Faculty of Philosophy, Psychology Department, University of Belgrade

The aim of the study was to determine the risk factors for discomfort in laptop users. Subjective feeling, load level, intensity and frequency of discomfort were examined. The study included 186 subjects. In the first phase participants completed a questionnaire about the subjective feeling of discomfort and specifics of laptop usage, while in the second phase 10 participants were observed while working on a laptop. Upper body postures were assessed with the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) technique. Nearly one fifth of respondents showed a higher incidence of discomfort. Majority of subjects reported wrong sitting posture and unusual body postures as main factors that increase discomfort after laptop usage. After using a laptop, discomfort increases primarily in the neck, with risk factors being working for several hours continuously, in the environments with no fixed area for device placement and without using the external devices. In most positions neck extension/flexion was noticed as a result of the specific device design. Discomfort is increased in the back, although somewhat less than in the neck. Risk factors are amplified while working continuously for several hours, working for more than five hours and in postures like sitting on the bench and without external devices. Discomfort also increases in hand wrist, in users who mostly sit on fixed surfaces. The RULA observation has shown that the risk is the greatest in the following positions: when laptop is used while sitting on the floor, lying down, and with the device on the lap. The findings have important implications for improving laptop users' wellbeing in contemporary work environment.

Keywords: ergonomics, human-computer interaction, laptop, discomfort, RULA technique