

Dr **Vladimir Cvitanović**, Zagreb

ASPEKTI KIBERNETIKE U DEFEKTOLOGIJI

Sredstva klasične ortopedске protetike, kojima se služimo u zbrinjavanju invalidne djece, doživjela su posljednjih decenija svoj zenit. Premda se upotrebljavaju sve noviji materijali, naročito plastične mase, jedva se može na tom području očekivati značajnija novost, budući da se radi o mehaničkim sistemima.

Na Internacionalnom simpoziju o automatskoj kontroli u protetici, održanom godine 1962. u Opatiji, iznesene su nove ideje osnovane na kibernetičkom prilaženju protetskim problemima. Širenje tih ideja zahvatilo je čitavo područje rehabilitacije tjelesno invalidnih osoba, te mi danas shvaćamo proces liječenja i osposobljavanja kao niz događaja koji se mogu suštinski prikazati u okviru opće teorije informacija.

Suvremena rehabilitacija ima kao osnovni postulat suradnju između rehabilitanta i rehabilitatora. Bit je tog procesa u slijedećem: mi upravljamo radom (ili postupkom) na osposobljavanju invalidne osobe, saopćavajući joj niz poruka, u formi savjeta ili naloga koje sadrže informacije potrebne za eliminiranje fiziološkog defekta. Ako želimo da nam upravljanje rehabilitacionim postupkom bude uspješno, moramo voditi računa o svakoj poruci koju nam naš pacijent nastoji uputiti, a koja ukazuje na to da je savjet (ili naredba) shvaćen i izvršen. Drugim riječima, rehabilitacija je proces u kojem su direktno povezani komunikacija i upravljanje, pa je takav način shvaćanja rehabilitacije u svojoj suštini kibernetički. Ne zaboravimo da je svrha kibernetike da razvojem prikladne terminologije i tehnike nastoji tako formulirati problem upravljanja i komunikacija, kako bi se pojedinačne pojave mogle svrstati pod određene zajedničke pojmove.

Akcione su poruke preko kojih upravljamo procesom rehabilitacije u toku prenošenja — kao i svaka druga poruka — podvrgnute dezorganizaciji, te je njihova razgovijetnost (tačnost) manja kod prijema nego kod odašiljanja. Naša su nastojanja usmjerena na to da sačuvamo smisao poruke od dezorganizacije. To se može postići, između ostalog, i preciz-

nijim semantičkim definiranjem pojmova u rehabilitaciji, što u praksi omogućava upotrebu zajedničkog jezika članova tima i rehabilitanta. Sadržaj informacija u toku rehabilitacionog postupka mijenja se prema stupnju postignutog uspjeha unošenjem korekturnih elemenata i novih zadataka. Šablonski je rad sadržajno siromašniji informacijama od individualno razrađenog programa; kako su informacije u nekom skupu poruka mjera organizacije, to je svaka šablona u rehabilitaciji korak prema dezorganizaciji.

Zbivanja unutar organizma pokazuju znatnu analogiju. Da bi organizam u promjenljivoj vanjskoj okolini mogao uspješno djelovati, neophodno je da neprestano dobiva informacije o rezultatima dosadašnjeg rada, zajedno s informacijama koje određuju njegov daljnji rad. U tu svrhu, na primjer, posjedujemo kinestetičko čulo. Takvo upravljanje organizma na osnovu **stvarnog** a ne **očekivanog djelovanja** nazivamo povratnom spregom. Nju ostvaruju senzorni elementi, a vrše funkciju **monitora**, tj. elementa koji pokazuje stanje. Ti mehanizmi imaju zadatak da kontroliraju **mehaničku tendenciju** prema dezorganizaciji (tabes!) da, drugim riječima, privremeno i u lokalnim razmjerima mijenjaju uobičajeni smjer entropije. (Najjednostavnije povratne sprege bave se grubim uspjesima i neuspjesima neke radnje, kao npr. da li smo stvarno uspjeli uhvatiti neki predmet. Postoje međutim oblici povratne sprege priroda kojih je mnogo suptilnija, »logičkog tipa« po Bertrandu Russelu (učenje)). Bude li uslijed bolesti ili ozljede povratna sprega neke funkcije eliminirana, mi je nastojimo obnoviti ili nadomjestiti. Postoje, međutim, patološka stanja kod kojih je povratna sprega pretjerano jaka. Takav je fenomen **intencioni tremor** koji se javlja kao oscilacija u procesu traženja cilja, i događa se samo onda kad se taj proces aktivno pokrene. Dijametralno suprotan tome je parkinsonizam gdje se tremor javlja i u mirovanju, što više, u blažim slučajevima samo u mirovanju. Kad pobliže razmotrimo povratnu spregu koja je bitna kod parkinsonizma, vidimo da je voljna povratna sprega — koja regulira glavno kretanje — suprotna po smjeru posturalnoj povratnoj sprezi, bar što se tiče kretanja dijelova koje regulira posturalna povratna sprega. Stoga postojanje cilja teži da smanji pretjerano pojačanje posturalne povratne sprege i može ga lako smanjiti ispod nivoa oscilacija. Na sličnim se postavkama temelje mogućnosti liječenja spastičnih stanja pogodno primijenjenom elektroterapijom.

Procesi upravljanja u živom organizmu zbivaju se prema određenim algoritmima. Ako postoje dvije naučne hipoteze, ili dvije metode postavljanja dijagnoze, ili dva načina liječenja, nakon što se izvedu u obliku

algoritma, moguće je — primjenjujući matematičke metode i computer — izvršiti njihovo upoređivanje a onda izabrati najbolji. U tome je perspektiva primjene elektronskih računara u medicini.

Izgradnja kibernetičkog sistema, koji bi trebalo da omogući paraliziranim osobama da ponovo postignu korisnu kontrolu paraliziranog ekstremiteta, traži rješavanje mnogovrsnih problema, pa u rehabilitacionom timu sudjeluje i inženjerska grupa. Program rada obuhvaća:

I — Razvoj i uvježbavanje izvora signala koji se kod kvadriplegičara nalazi u mišićima glave i ramena. Kako su izvori signala kod paraliziranih osoba ograničeni, njihovi kontrolni zadaci moraju biti što jednostavniji.

II — Kinetičke sisteme koji mogu biti udloge s vanjskom energijom ili s direktnom stimulacijom mišića.

Očito je da je za uspjeh odlučan rad na treningu mogućnosti kvadriplegičkog pacijenta da aktivira selektivno motorne neurone za naredne detekcije i aplikacije malih grupa motornih jedinica. Treniranje se vrši uz pomoć audiovizuelne kontrole miografa. (Trapezius i aurikularni mišić.)

Tehnički se kibernetička udloga osniva na dva osnovna načina kontrole:

1. Poluautomatski koji, kad je jednom pokrenut, dopušta da pokreti udloge napreduju do njihova kraja bez daljnje svjesne kontrole.

2. Svjesni način kontrole u kojem pacijent vizuelnom povratnom spregom trajno vodi paraliziranu ruku na udlogu prema željenoj poziciji.

Prikazat ćemo to na primjeru uvlačenja konca u iglu. Poluautomatska akcija može donijeti konac i iglu u veliku blizinu s malo direktne pažnje. Konačno uvlačenje konca u iglu traži kontinuiranu svjesnu pažnju i upotrebu vizuelne i opipne povratne sprege. Za poluautomatski način upotrebljavaju se snimljeni obrasci pokreta, dok se svjesni načini kontrole postižu konvencionalnom digitalnom ili analognom tehnikom.

Znatno je jednostavnije rješenje elektronske proteze šake kakvu smo imali prilike ispitati u našem Zavodu. Tu je nacrt sistema čovjek-stroj koncipiran ovako: izvor signala je bataljak, signali su akcione struje fleksorne i ekstenzorne grupe podlaktice. Kako je za stanovitu radnju potrebna istoimena intencija u CNS-u, moguća je praktična upotreba proteze nakon minimalnog treninga. U samoj protezi akcioni se potencijal pojačava do nivoa na kojem se preko Schmidt-triggera upravlja ugrađeni električni servomotor. Mogući su pokreti zatvaranje i otvaranje šake. Budući da je snaga motora malena, dovoljna je vizuelna povratna sprega.

Ipak smatramo da bi uvođenje programirane taktilne povratne sprege znatno usavršilo projekt.

Kod paralize živaca s relativno ograničenim programom postignuti su također prihvatljivi praktični rezultati. Primjer takvog rješenja je programirani elektronski stimulator grupe inž. Vodovnika koji nadomješta funkciju klijenutog živca peroneusa.

Očito je da kibernetički pristup rehabilitaciji i kibernetički uređaji imaju već danas znatno praktično značenje, naročito u protetici, posebno kad se radi o invalidnoj djeci i omladini, jer se mlađi individuum znatno bolje prilagođuje i stiče veću vještinu u primjeni protetskog uređaja. Kako se time invalidnost smanjuje na najmanju moguću mjeru, vrijedi nastojati da i kod nas dođe do masovnije primjene takvih sredstava.

LITERATURA

- Amosov N.: Kibernetika i regulacia žiznennih funkcii, Kiev 1964.
Fleming D., Mesarovic M., Goodman J.: Multilevel, Multi-goal Approach to the Living Organism, Elektron. Rechenanal. 6 : 1964, Beih. 7, 163.
Horn G.: Muscle Voltage Moves Artificial Hand, Electronics 4 : 34, 1963.
Kastler N.: Teorija informacii, Moskva 1960.
Marten J.: Automatic Analysis Applied to Medicine, New Scientist 22: 750, 1964.
Massari G.: L'elaborazione automatica dei dati nel campo medico e ospedaliero, Automaz. e strum. 12 : 196, 1964.
Trinčer K.: Biologia i informacia, Moskva 1964.
Wiener N.: The Human Use of Human Beings, Cybernetics and Society, New York 1954.

Dr. **Vladimir Cvitanović**, Zagreb

SOME ASPECTS OF CYBERNETICS IN DEFECTOLOGY

SUMMARY

The principles and perspective of the cybernetics in the rehabilitation of handicapped and in defectology have been explained by the author.

The rehabilitation of the physically handicapped children calls for a complex approach, especially in prosthetics, and this field has been chosen

as an example. Cybernetic analysis of physiological functions enables a more exact treatment and a construction of better and more functional prostheses, using electronics. But the use of such complicated and composite apparatus has to start at the earliest possible age in order to attain a perfect adaptation between the human being and the prosthesis.