

# **Avtomatiziran – računalniško voden sistem cevne zračne pošte v zdravstvenih ustanovah**

**Bogdan Gabrovec  
PROTON - LOK d.o.o.  
Ozare 23, 2380 Slovenj Gradec  
info@cevnaposta.com**

## ***Abstract***

As in industries, medical facilities face challenges. Staff shortages, the need to control cost, and the increasing size of the facilities, themselves, are just a few of those challenges. The result is an escalating reliance on technology to maintain and improve the level of service and patient care. Though pneumatic tube systems have been around for nearly a century, their sophistication and capabilities have improved dramatically in the last decade. So, today, even more, a properly designed pneumatic tube system can be just the solution to a hospital's growing challenges and need for improved efficiency.

## 1 Zakaj zamenjava klasičnega transporta z cevno zračno pošto

Bolnišnice, klinični centri in zdravstveni domovi so kompleksni sistemi zdravstvenega varstva prebivalcev vsake organizirane državne skupnosti. So sistemi, v katerih vsak prebivalec pričakuje hitro, učinkovito in predvsem kvalitetno storitev v čim krajšem času. Pričakovanja in želje prej navedenega, zdravstvene ustanove poskušajo doseči tudi z hitrejšo in zanesljivejšo tehnologijo transportiranja vseh medicinskih medikamentov, kateri so potrebni v zdravstvenih procesih medicinske oskrbe pacientov. Nekajletne raziskave in testiranja med ročnim (vozički, osebni prenos, dvigala ipd.) prenosom laboratorijskih vzorcev, krvne plazme, različnih terapevtikov (kemo) in lekarniškega materiala (predvsem zdravil) in avtomatiziranim transportom z cevno zračno pesto, so nedvomna pokazale velike prednosti v korist slednjega in sicer:

1. ACZP —avtomatski cevni zračni transport je absolutno zanesljiv .
2. ACZP- transport je hiter, točno programiran in podatkovno preverljiv (čas odvzema in odhoda, čas prihoda, čas preizkusa, hitra in predvsem pravočasna povratna informacija pregledanega vzorca).
3. ACZP v celoti zamenjuje osebni transport, ki je ob velikih stroških za neproduktivno manualno delo, predvsem časovno nepredvidljiv (nepravočasna dostava) možnost napake velika (zamenjava vzorcev- življenjska nevarnost) in podvržen še vsem ostalim možnim škodljivim vplivom na transportiran material (poškodba pri prenosu, uničenje pri razbitju epruvet z vsebino...)
4. ACZP je način nove tehnologije, »poslovanja« med zdravstvenim osebjem in pacientom, na način nudenja kompleksne medicinske pomoči na enem mestu. Pacienta se namreč ne pošilja od zdravnika do laboratorija, rentgena in ostalih enot medicinske pomoči, ker

vse to z transportiranjem laboratorijskih vzorcev, krvi, rentgenskih slik, zdravil in podobnega materiala ali dokumentacije opravi avtomatiziran transport z cevno zračno pošto.

5. Z ACZP se bistveno zmanjšujejo čakalne dobe pacientov v čakanju na preglede in zdravstvene obdelave ter predvsem čas samega zdravstvenega posega, ko je pacient is pri zdravniku in je s tem tudi povečana učinkovitost zdravstvenega osebja.



Slika 1: polnjenje epruvet



Slika 2: odpošiljanje vzorcev

## 2 Posebnosti pošiljanja z avtomatsko cevno zračno pošto (ACZP)

Sistem avtomatske ceвне zračne pošte za pošiljanje laboratorijskih vzorcev (kri, ostalo) je zgrajen na osnovi posebnih zahtev pri transportu

in vplivu transporta na klinični material za raziskavo.

Pri projektiranju sistema laboratorijske pošte so postavljeni pogoji, ki onemogočajo spremembo krvi in ostalih materialov pri transportu s cevno zračno pošto.

V vsakem projektu ACZP so vključeni vsi izsledki in študije o vplivu transporta s cevno zračno pošto na raziskovalni vzorec, ki so bili izdelani na klinikah v tujini, kot tudi z raziskovanji proizvajalca zračne pošte (raziskovanje v centralnem laboratoriju medicinske klinike, medicinske visoke šole v Hannoveru in oddelku za zračno pošto pri STANDARD ELEKTRONIK LORENZ AG, BERLIN)

### 3 Vpliv transporta s cevno zračno pošto na klinični raziskovalni material v posebnih delovnih pogojih

V raziskovalni napravi za zračno pošto so se raziskovali vplivi mehanskih in kinetičnih faktorjev, ki imajo vpliv na raziskovalni material za klinični laboratorij in ki se pojavljajo pri transportu. Stopnja s transportom pogojevane kemolize je v glavnem odvisna od višine napolnjenega materiala v epruveti.

Kontrolirani transportni pogoji dovoljujejo transport brez nastanka kemolize, katere vrednost je zanemarljiva . Pri analizi 33 medicinsko kemijskih in hematoloških — seroloških postopkih analiz po testnem redu, niso odkrite nobene napake ali zaostajanja pri zanesljivosti merjenih rezultatov. Za transport laboratorijskega materiala smo izbrali zračno pošto z zunanjim premerom  $\phi$  110 mm, katera dela pri konstantni hitrosti 3 m/sek, s kretnicami, 2 vmesnimi postajami in centralno postajo.

### 4 Primerjava mehanskega transporta s cevno zračno pošto

Hitra dostava kvalitetno nespremenjenega vzorca je zelo značilna za delo v klinično-kemijskem Laboratoriju , za to je posebno važno , kako dostavimo vzorec materiala, ki ga želimo analizirati, v laboratorij. Namesto do zdajšnjega načina prevzemno-dostavne službe se uporablja zračna transportna naprava ACZP katero lahko dosledno nadzorujemo.

Kot ACZP ima cevna zračna pošta za to primerna transportna sredstva , ki že več desetletij dokazujejo, kako so posebno vama in hitra.



Slika 3,4,5: medikamenti za transport z ACZP

Pri projektu se upoštevajo vsa nasprotna mišljenja pri izbiri tega sistema kot na primer: da pride do spremembe rezultata analize zaradi hemolize, katero bi povzročil transport vzorca. Stopnja vzorca je v-glavnem odvisna od polnjenja odposlanih epruvet. Pri transportu nativne kot citrame krvi smo našli znatno povečanje koncentracije hemoglobina v serumu takrat, ko so bile transportirane epruvete, ki niso bile napolnjene do vrha Tako nismo opazili povečanje koncentracije hemoglobina v serumu oz. plazmi če so bile epruvete napolnjene do zamaška Ta dogajanja veljajo pri hitrosti pošiljanja 3 m/sek, kot tudi pri hitrosti 8 m/sek pri prehodu skozi cev brez kretnice ali pri istočasem prehodu skozi 10 kretnic.

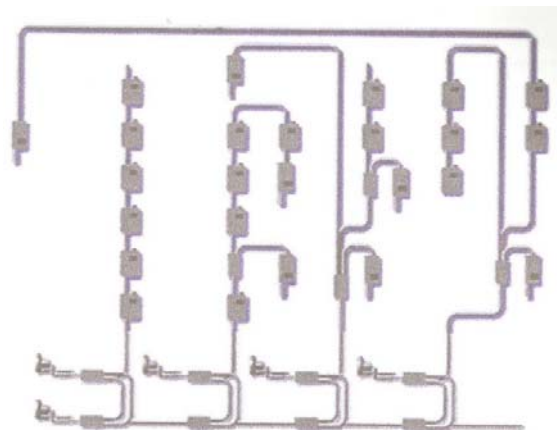
Preizkus s cevno zračno pošto sploh nima vpliva na LDH in vrednosti kalija tudi če ne pošiljamo popolnoma polne epruvete. Če niso bili na osnovi različnih stopenj polnjenih krvnih vzorcev za pošiljanje popolno razvidni optimalni pogoji, je bila povprečna koncentracija hemoglobina v serumu obeh skupin samo do polovice takšna kot tista, ki smo jo v laboratorij poslali na običajni klasičen način.

Raziskovanja, ki so bila izdelana že leta 1964 (referat McClellan) in vsa nadaljnja, so dokazala, daje pri pravilni izbiri sistema- hitrost transporta- s krvjo ne dogaja nič posebnega, in zato je transport s cevno zračno pošto boljši in sprejemljivejši od klasičnega transporta. Vsak projekt ACZP je izdelan na osnovi spodaj omenjenih raziskav.

## 5 Metode in material

Za cevno zračno pošto je uporabljena naprava od Standard Elektonik Lorenz AG, Berlin s cevovodom 20 m vertikalno, 20 m horizontalno in 20 In krivin s premerom od 0,9 m do 1,5 m. Zračna linija je kot zaprt sistem z notranjim premerom  $\phi$  104,6 mm. Pogonski agregat-tlak-vacuum je z maksimalnim odstopanjem 1,1 m vodnega stolpca z ventilatorjem, ki ima moč 1,5 Kw 3- faznega motorja in kapacitete 5m<sup>3</sup>/min zračnega pretoka. Spreminjaje hitrosti je bilo od 1-8

m/sek z možnostjo regulacije preko posebnega mehanizma.



Slika 6: shematski prikaz sistema za preizkus

## 6 Rezultati

Med transportom smo izmerili v transportnih kontejnerjih za zračno pošto maksimalno temperature 22 0 C. Pri transportu testnih vzorcev v zaprtih epruvetah ni prišlo do nikakršnih poškodb oz. okvar epruvet. Za raziskovanje stopenj hemolize ki se povzroča med transportom polne ali citratne krvi, se je leta izkazala kot najbolj občutljiv parameter koncentracije hemoglobina v serumu-brez posebnosti medtem ko so se LDH,G-GPHD in kalij v serumu šele pri zelo velikih hitrosti pojavili nekoliko povečani.

Srednja koncentracija serumskega hemoglobina pri normalno in patološko spremenjenih krvnih vzorcev pred in po transportu s cevno zračno pošto vzporedno z naključno izbrano skupino serumskih vzorcev v enem dnevu v laboratorij poslanega materiala (Tabela 1). Vzete so bile skupine bolnih spremenjenih serumov:

1. želodčni rak
2. bronhopneumeia
3. adipositas, sholecystitis, primarno-kronični polianitis, ledvična insuficienca, polycyflemitizg turanemija, izredno povišana hitrost usedanja krvi, myeloična levkemija, zlatenica, pri obolelih na žolčnem mehurju, zlatenica pri hepatitisu, bronhialna astma, pemiciozna anemija, stranski infarkt.



Slika 7,8,9,10: komponente- deli sistema ACZP

VSE DOSEDANJE RAZISKAVE OD LETA 1964 SO POKAZALE, DA JE TRANSPORT Z ACZP NEŠKODLJIV ZA TRANSPORTIRAN MATERIAL IN MNOGO USTREZNEJŠI OD KLASIČNEGA.

### 7 Avtomatska in laboratorijska postaja

Postaja je uporabniku prijazno oblikovana in omogoča vgradnjo v steno, omaro ali drugo pohištvo v zgradbi. Vsebuje tipkovnico z zaslonom za izbiro sprejemno—oddajne postaje, kamor želimo pošiljati material. Vsaka sprejemno- oddajna postaja je naslovljena s svojo trimestno številko. Torej na tipkovnico samo vtipkamo številko postaje kamor želimo pošiljati, vstavimo kontejner v postajo in transport se že začne. Postaja je opremljena s svetlobno mehanizacijo, ki nam daje podatke o obratovanju sistema. V postajo se lahko montira sirena, ki nas ob prihodu kontejnerja v postajo z blagim piskom opozori, da nam je nekdo nekaj poslal. Ko transportni kontejner pride v postajo, ga zračna blazina, ki jo utvari puhalo, upočasni tako, da zelo mirno pristane v postaji.

### 8 Primeri vgradnje ACZP zdravstvu

Podjetje PROTON je v zadnjih dvajsetih letih vgradilo ACZP v naslednjih zdravstvenih domovih:

1. ONKOLOŠKI INŠTITUT LJUBLJANA
2. FARMACEVTSKA INDUSTRIJA LEK LJUBLJANA

3. KLINIČNI CENTER DUBROVNIK
4. KLINIČNI CENTER NOVI SAD
5. SPLOŠNA BOLNIŠNICA REBRO ZAGREB
6. BOLNIŠNICA TUZLA BIH
7. KLINIČNI CENTER BANJA LUKA
8. ZDRAVSTVENI DOM ZEMUN
9. SPLOŠNA BOLNIŠNICA DR. JOŽETA POTRČA PTUJ
10. UKC LJUBLJANA-Hematologija
11. ZAVOD ZA TRANSFUZIJSKO MEDICINO LJUBLJANA



V vseh naštetih ustanovah je ACZP postala način sodobnega avtomatskega transporta vseh laboratorijskih vzorcev, materiala, terapevtikov, zdravil in dokumentov: medicinske kartoteke, rentgenski filmi, slike in ostali tehnološki materiali.