

Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobels minne år 2012

Ekonomisk matchningsteori hjälp vid njurtransplantation



TOMMY ANDERSSON, docent
tommy.andersson@nek.lu.se



CARL HAMPUS LYTTKENS, profes-
sor; båda nationalekonomiska
institutionen, Ekonomihögsko-
lan, Lunds universitet

I Sverige utförs årligen mellan 300 och 400 njurtransplantationer. Cirka 40 procent av alla transplanterade njurar kommer från levande donatorer. Ett antal medicinska krav måste vara uppfyll-
da för att en transplantation ska kunna genomföras; således är en tillgänglig le-
vande donator ingen garanti för att en transplantation genomförs. Detta i kombination med att en majoritet av njurarna kommer från avlidna indivi-
der innebär att många pa-
tienter hamnar på en vänte-
lista till dess att en kompati-
bel njure finns tillgänglig. Den normala väntetiden är 12–24 månader.

En dellsöning på detta pro-
blem är att genomföra sk
korsvisa njurbyten, vilket
innebär att man låter ett do-
nator-mottagarpar bestående
av en donator (kallad a)
som vill ge njure till en mot-
tagare (kallad l), där njuren
är inkompatibel, byta done-
rad njure med ett annat par
(b + 2) med omvänd inkompatibilitet.

De två paren formar alltså en cykel,
där patient 1 får njuren från donator b,
och patient 2 får njuren från donator a.

På så sätt kan två njurtransplantatio-
ner äga rum trots att de tänkta donato-
rernas njurar är inkompatibla med de
tänkta mottagarna. Denna typ av kors-
vis njurbyte utfördes för första gången i
början av 1990-talet i Sydkorea och har
de senaste 8 åren varit en viktig del i hur
njurtransplantationer organiseras i
USA.

Pris för matchningsteori

Det är bla teorin och analysen bakom
detta sätt att organisera njurbyten som
beskrivs i motiveringen till årets Sveriges
Riksbanks pris i ekonomisk veten-

skap till Alfred Nobels minne, vilket
tilldelas amerikanerna Lloyd S Shapley
och Alvin E Roth.

Den teoretiska grunden till sådan
matchningsteori lades redan i början av
1960-talet av David Gale och Lloyd S
Shapley.

I denna kommentar fokuserar vi dock
på den forskning som presenterats un-
der de senaste 10 åren och på hur match-
ningsteori har integrerats i organisatio-
nen av njurtransplantationer. För att
förstå kopplingen mellan organiserade
njurbyten och matchningsteori tar vi
avstamp i problemet att allokera stu-
dentbostäder [1].

En liknelse med studentlägenheter

Problemet att allokera studentbostäder
är enkelt att beskriva. Det finns ett an-
tal lägenheter, varav några redan har
inneboende studenter och andra står
tomma. Det finns även ett
antal studenter, varav några
redan har ett boende, medan
andra inte har det.

Den senare gruppen står i
en väntelista baserad på ex-
empelvis kötid. Alla studen-
ter (oavsett om man har en
lägenhet eller inte) kan rang-
ordna lägenheter, och man
strävar efter att bli tilldelad
en så högt rankad lägenhet
som möjligt.

Problemet för en central
planerare är att allokera de
tomma lägenheterna och lä-
genheter som blir tillgängliga när någon
student »byter upp sig» till de studenter
som står på väntelistan. Detta problem
löses på många campusområden runt
om i världen.

Ledde till djupare studier om njurbyte

Även om problemet i grunden låter en-
kelt, finns det två huvudkriterier som
måste uppfyllas.

Det första är ett effektivitetskrite-
rium som säger att det inte ska finnas
några (fler) parvisa byten att göra – dvs
om student 1 blir tilldelad lägenhet a och
student 2 blir tilldelad lägenhet b, ska
det inte vara fallet att student 1 föredrar
lägenhet b framför lägenhet a och stu-
dent 2 föredrar lägenhet a framför lä-
genhet b, för i så fall kan studenterna



Att matcha rätt njure till
rätt patient blir lättare
tack vare studier av årets Nobelpris-
tagare i ekonomi: Lloyd S Shapley
och Alvin E Roth. Illustration: Colourbox

tjäna på ett parvis byte. Om det finns så-
dana parvisa byten kvar att göra, signa-
lerar det en inbyggd ineffektivitet i sy-
stemet.

Det andra kriteriet kallas strategisä-
kerhet och innebär att ingen student ska
kunna tjäna på att ljuga när hon/han
rapporterar sin rangordning av lägen-
heterna.

Det senare kriteriet är önskvärt dels
från rättvisesynpunkt, dels eftersom
det minskar resursåtgången (transak-
tionskostnaderna). Det gör ju jobbet en-
kelt för studenterna när de ska rappor-
tera sin rangordning: de behöver inte
lägga tid på att tänka strategiskt utan
det enda de behöver göra är att tala san-
ning. Om man använder »Gale's top-
trading cycles algorithm», kan lägenhe-
terna allokeras effektivt och strategisä-
kert [1].

Det var också denna insikt som ett par
år senare motiverade djupare studier i

SAMMANFATTAT

Allokeringsmekanismer från nationaleko-
nomisk teori har förbättrat transplan-
tationsverksamheten i bl a USA – ett framsteg
som 2012 belönas med Sveriges Riksbanks
pris i ekonomisk vetenskap till Alfred No-
bels minne (Nobelpriset i ekonomi).

Det finns skäl att överväga om dessa me-
kanismer skulle vara till fördel även för
njurtransplantationerna i Sverige.

hur dessa teorier kan användas för att skapa bättre organisation kring njurbyten.

Avancerade program för njurbyte

Man kan uttrycka ovanstående problem så här: Det finns ett antal »individer« som inte har något »objekt« och dessa individer måste förpassas till en väntelista. Samtidigt finns det ett antal »individer« som redan har ett »objekt« men som de inte »passar ihop« med, och de önskar därför byta »objekt«.

Om vi nu byter ut »individ« mot »patient« och »objekt« mot »levande donator«, är alltså problemet att en del patienter inte har tillgång till någon levande donator och därför blir förpassade till en väntelista samtidigt som det finns patienter som har tillgång till en levande donator men som de inte är kompatibla med.

När ekonomer började studera njurtransplantationer i USA [2] fann man att det utfördes förhållandevis få korsvisa njurbyten och att antalet njurtransplantationer skulle kunna öka genom en bättre fördelningsmekanism (effektivitetsargument). Dessutom är strategiska incitament viktiga även här (strategisäkerhetsargument).

Exempelvis rapporterade Reuters i juli 2003 att tre läkare skulle åtalas för att de försökt manipulera diagnoser hos sina patienter för att de skulle få en bättre placering i väntelistan. År 2004 publicerades en effektiv och strategisäker bytesmekanism, som utvecklar systemet med korsvisa njurbyten på två sätt [2].

För det första tillåts även bytescykler bestående av fler än två donator-mottagarpär. Exempelvis kan de tre donator-mottagarpär (a+1), (b+2) och (c+3) forma en cykel där patient 1 får njuren från donator b, patient 2 får njuren från donator c och patient 3 får njuren från donator a. Detta ställer dock krav på koordination (den största njurbytescykeln som genomförts till dags datum utfördes i Washington DC, USA, i maj och juli 2010 och bestod av 14 donator-mottagarpär).

För det andra tillåts även sk indirekta njurbyten. Detta innebär i princip att en patient som tillhandahåller en levande donator får högre prioritet i väntelistan.

Njurbytesprogram etableras i kliniken

Den allokeringmekanism som föreslås av Roth och medarbetare [2] ger en ef-

ektiv och strategisäker matchning mellan njurar/väntelista och patienter; patienterna får antingen 1) en kompatibel »främmande« njure, 2) sin donators njure eller 3) en »högre« placering på väntelistan.

Denna mekanism kallas »top-trading cycles with chains algorithm«. Efter det att Roths och medarbetares artikel publicerats intensifierade de tre författarna kontakten med transplantationsläkare i New England. Detta resulterade sedermera i New England Program for Kidney Exchange (NEPKE) samtidigt som teorierna och algoritmerna omformulerades något efter synpunkter från läkarkåren [3, 4].

Exempelvis framfördes en önskan om att inte ha bytescykler bestående av mer än tre donator-mottagarpär. I vidareutvecklingar av teorierna har man bla optimerat systemen för sk altruistiska donatorer – dvs levande donatorer som inte har någon personlig koppling till mottagaren [5].

Pilotprojekt täcker nu hela USA

NEPKE lanserades år 2004 och inkluderade 14 transplantationsenheter. Detta var världens första program för njurbyten som använde matematisk programmering för att matcha patienter med donatorer. Före lanseringen av NEPKE hade endast 31 parvisa njurbyten utförts i USA. Under NEPKE:s första år mer än dubblerades den siffran då 34 parvisa transplantationer utfördes.

I dag har mer än 2000 patienter transplanterats i USA inom ramen för mer avancerade njurbytesprogram (förra året startade ett pilotprojekt som täcker hela USA). I England har njurbytesprogrammet National Matching Scheme for Paired Donations införts baserat på studier av Roth och medarbetare [3, 4].

Kanske något för svensk sjukvård

Frågan är då hur dessa insikter kan påverka situationen i Sverige. Ett första steg torde vara att undersöka huruvida man kan anse att gruppen av personer med behov av njurtransplantation kan gynnas av mer avancerade system för njurbyten. Om man anser att så är fallet bör man noga tänka igenom hur en eventuell systemförändring kommer att påverka institutionella rutiner och om den är etiskt acceptabel osv.

Utan att ta ställning i den senare frågan kan vi i varje fall notera att hjälp till

patienter i behov av njurtransplantation i princip borde vara förenlig med principen att gynna patienter med stora behov (den etiska plattformen). Vi tror att dessa diskussioner kan vara viktiga att föra även i svensk sjukvård.

Mer hypotetiskt kan man också tänka sig utvidgningar till andra transplantationsområden. I en framtid kanske matchningar kan ske mellan organ och donatorer också på tex europeisk nivå. Teorierna skulle potentiellt även kunna användas för att fördela patienter till operationer på olika sjukhus.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

REFERENSER

1. Abdulkadiroglu A, Sönmez T. House allocation with existing tenants. *Journal of Economic Theory*. 1999;88:233-60.
2. Roth AE, Sönmez T, Unver MU. Kidney exchange. *Quarterly Journal of Economics*. 2004; 119:457-88.
3. Roth AE, Sönmez T, Unver MU. A kidney exchange clearinghouse in New England. *American Economic Review*. 2005;95:376-80.
4. Roth AE, Sönmez T, Unver MU. Efficient kidney exchange: Coincidence of wants in markets with compatibility-based preferences. *American Economic Review* 2007;97:828-51.
5. Roth AE, Sönmez T, Unver MU, et al. Utilizing list exchange and undirected Good Samaritan donation through »chain« paired kidney donations. *Am J Transplant*. 2006;6(11):2694-705.



Läs även Jonas Friséns kommentar om årets Nobelpris i fysiologi eller medicin i nr 41/2012 och Bertil B Fredholms kommentar om årets Nobelpris i kemi på sidan 2274 i detta nummer.