

# Első tapasztalatok a rectum-tumorok color-Doppler ultrahang vizsgálatával

*Jakab Zsuzsa, Duliskovich Tibor, Archie A. Alexander,  
Lestár Béla, Ritter László*

## Összefoglaló

**Bevezetés:** A szerzők egy év alatt szerzett hazai tapasztalataikat foglalják össze a rectum-tumorok color-Doppler vizsgálatával kapcsolatosan.

**Betegek és Módszer:** 160 transrectalis ultrahangvizsgálatot végeztek. Ebből az anyagból 30 rectum-tumoros beteg gray-scale, pulzus-Doppler és color-Doppler vizsgálati adatait dolgozták fel. Mind a tumor, mind az ép rectum-fal érszerkezetét tanulmányozták. Összehasonlították a tumorokból és az ép falból nyert áramlási görbéket, valamint pulzatilitási indexeket. (PI)

**Eredmények:** A tumorok mindegyike hypervascularisált szerkezetet mutatott az ép bélfalhoz képest. A tumor-erekben magas diastolés komponensű áramlási görbéket figyeltek meg alacsony pulzatilitási indexekkel, az átlagos PI  $1.206 \pm 0.394$  (SD) volt ( $p < 0.001$ ). Az ép, submucosalis artériás plexusokban az áramlási görbe diastolés komponense hiányzott vagy minimális volt, az átlagos PI-t  $3.168 \pm 1.151$  (SD)-nek találták.

**Következtetés:** A tumorokon belül eltérő keringési jelek detektálhatók a normális fali keringéshez viszonyítva. A tumor vascularisatio vizsgálatának különös jelentősége lehet a tumorszövet és a peritumoralis oedema elkülönítésében, ami a sebészi resectio tervezése szempontjából fontos.

### **dr Jakab Zsuzsa**

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Radiológiai Klinika

### **dr Duliskovich Tibor**

Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet

### **dr Archie A. Alexander**

Division of Ultrasound, Thomas Jefferson Medical University, Philadelphia

### **dr Lestár Béla**

### **dr Ritter László**

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, II Sebészeti Klinika

### **Levelezési cím:**

dr Jakab Zsuzsa  
HIETE  
Radiológiai Klinika  
1389 Budapest, Pf.: 112

**Kulcsszavak:** Rectum-tumor, transrectalis ultrahang, color-Doppler, tumor vascularisatio.

# Initial Experiences with Color Doppler Ultrasonography of Rectal Tumors

## Summary

**Introduction:** The authors report their one-year experiences with color-Doppler ultrasonography in the examination of rectal tumors.

**Patients And Methods:** 160 transrectal ultrasound examinations were performed. The results of 30 cases with rectal cancer are reported. All the 30 patients had gray-scale, pulsed Doppler and color Doppler endorectal ultrasound examination. The vascular structure of the tumors and the normal rectal wall were studied. Flow characteristics and pulsatility indices for arterial waveforms within the tumor tissue and within the normal wall were compared.

**Results:** Hypervascularisation was seen in all of the 30 tumors. In the tumor vessels an increased diastolic flow component was observed with lower pulsatility indices, the mean PI was  $1.206 \pm 0.394$  (SD) ( $P < 0.001$ ). In the flow pattern of the normal submucosal arterial plexuses, the diastolic flow was absent or minimal and the mean PI was  $3.168 \pm 1.151$  (SD).

**Conclusion:** Different color and pulsed Doppler signal types exist in rectal tumor tissue and in normal rectal wall. The investigation of rectal tumor vascularity may have a special importance, as distinguishing tumor tissue from related perifocal oedema which is prerequisite to the determination of the extent of resection.

**Key words:** Rectal tumor, transrectal ultrasound, color Doppler, tumor vascularisation.

A transrectalis ultrahangvizsgálati módszer 1956 óta ismert, elsődlegesen a prostata vizsgálatában alkalmazták. Az alacsony frekvenciájú transducerek alkalmatlanok voltak a rectum-fal rétegeinek elkülönítésére, a rectum-tumorok vizsgálatára. Az 1980-as évek elejétől a nagy frekvenciájú 5-12 MHz-es fejek megjelenése tette lehetővé a rectum-fal finomabb elemzését. Az utóbbi években a fiberoptikus echocolonoscopok elterjedésével újabb lehetőségek nyíltak előttünk, különösen a magasabban elhelyezkedő elváltozások vizsgálatában. (17)

A rectum-tumorok transrectalis ultrahangvizsgálata egyre jelentősebb szerepet kap a betegek műtét előtti kivizsgálásában, a praeoperatív stádium meghatározásában, a műtéti terv kialakításában, a betegek műtét utáni nyomonkövetésében. (1,2)

A rectum-fal ultrahang morfológiája jól ismert, rétegei a nagy frekvenciájú transducerekkel jól elkülöníthetők, a tumor fali, ill. falon túli terjedése nagy biztonsággal meghatározható. A megnagyobbodott nyirokcsomók kimutathatók, a tumor környező szervekre való terjedése jól ábrázolható. (4,6) Sajnos, a vizsgálat nem specifikus a tumoros nyirokcsomók kimutatásában, ugyanis a megnagyobbodott nyirokcsomó lehet gyulladásos eredetű és a normális nagyságu nyirokcsomókban is lehet találni tumorsejteket a pathológiai feldolgozás során. Korlátozza a módszer hatáskörét az a tény is, hogy az általában használt transducerek "látótávolsága", a magas frekvencia miatt, kb. 6 cm a fej felszínétől, a belátható területen kívül eső nyirokcsomók nem ábrázolódnak.

A rectum-falból kiinduló daganat megbontja a normális fali rétegeket, szabálytalanná teszi a falszerkezetet megvastagítva azt. A tumor körül különböző mértékű oedema alakulhat ki, mely az invázió megítélését megnehezíti, tulbecsléshez vezethet. Különösen igaz ez a besugárzott elváltozásokra. Az irradiatio után a normális rectum-fal morfológiai képe is megváltozik, a fali rétegezetségi viszonyok rosszul ismerhető fel, a fal megvastagodik és hyperreflektivebbé válik. Megváltozik a tumorok ultrahang morfológiája is, méretük csökkenhet, hyperreflektivebbé válnak, a körülöttük megjelenő oedema miatt rosszul különülnek el a perirectalis zsírszövetektől. (16)

A hagyományos gray scale ultrahangvizsgálattal nem lehet biztonsággal elkülöníteni a peritumoralis oedemát a valódi tumor-szövetektől. (1,3,5)

A nagy felbontású B-mode képalkotás, a pulzus-Doppler és a color-Doppler együttes alkalmazása egyazon endocavitális vizsgálófejen lehetővé teszi a tumoros elváltozások pontosabb morfológiai vizsgálatát, az áramlási viszonyok egyidejű tanulmányozását, valamint a rectum-fal normális ereinek ábrázolását is.

Az irodalomban számos munka látott napvilágot a különböző szervek (emlő, máj, ovarium, vese, prostata, stb) (7,8,9,10,11,12,13) tumorainak color-Doppler vizsgálatáról. A rectum-tumороk color-Doppler vizsgálata is ígéretes kutatási téma. A philadelphiai Jefferson Egyetemen hosszabb ideje végeznek transrectalis color-Doppler vizsgálatokat mind a rectum, mind a prostata tumoros folyamataiban, betegségeiben. (18, 19, 24) Eredményeik igen ígéretesek mind a tumorhatárok biztonságosabb rögzítésében, mind a besugárzás hatására bekövetkező keringési változások vizsgálatában.

A közlemény első szerzője a Jefferson Egyetemen töltött tanulmányútja során ismerkedett meg a módszerrel és végezte az első vizsgálatokat.

A jelen munkában egy év alatt szerzett hazai tapasztalatainkat foglaljuk össze a rectum-tumороk color-Doppler vizsgálatával kapcsolatosan.

## **Betegek és módszer**

Egy év alatt 160 transrectalis ultrahangvizsgálatot végeztünk. Jelen munkánkhoz ebből 30 olyan rectum-tumoros beteg adatait dolgoztuk fel, akik esetében hagyományos gray scale, pulsus-Doppler és color-Doppler vizsgálat is történt a tumoros elváltozás és a normális rectum-fal vonatkozásában. A 30 beteg között 10 nő és 20 férfi volt, életkoruk 40 és 86 év között változott. A betegeknek szövettani vizsgálattal igazolt rectum carcinomájuk volt. A tumorok stádiuma a histológiai feldolgozás alapján: Dukes A (6 beteg), Dukes B (6 beteg), Dukes C (18 beteg).

A betegek a vizsgálat során bal oldalfekvésben helyezkedtek el. Megelőzően tisztító beöntést kaptak. A transducer bevezetése előtt elvégeztük a rectalis digitális vizsgálatot is, részben az elváltozás lokalizálása miatt, részben pedig így tájékoztunk arról, hogy a tumor milyen mértékben szűkíti a lument, elvégezhető-e a beavatkozás.

A transducert kondommal fedtük be a vizsgálat előtt, tehát a rectum nyálkahártyája közvetlenül nem érintkezett a vizsgálófejjel. A transducer vizsgáló felőli végén levő nyíláson keresztül vízzel töltöttük fel a condomot és eltávolítottuk belőle a levegőt, mely zavaró műtermékeket képezhet. A vizet leeresztve vezettük be az előzetesen géllal bevont transducert a rectumba. Ezután ismét vizet fecskendeztünk a condom belsejébe (30-40 ml-t), hogy megfelelő akusztikus felületet

biztosítsunk a kristály és a rectum-fal között. Az általunk alkalmazott transducert kb. 12-14 cm magasra lehet felvezetni.

A vizsgálat első részében hagyományos transrectalis ultrahagvizsgálat történt, melynek során localisáltuk az elváltozást, a kiterjedését, a fali infiltráció és az egyes szervekre való terjedés mértékét, vizsgáltuk a regionális nyirokcsomókat.

Ezután color-Doppler vizsgálat történt, melynek során tanulmányoztuk a tumor érszerkezetét, majd Doppler görbéket vettünk fel a tumor különböző területeiről. Az artériás görbékből meghatároztuk a pulzatilitási indexeket (PI):

$$PI = \frac{S - D}{V_{\text{átlag}}}$$

S - csúcs systolés sebesség

D - vég diastolés sebesség

$V_{\text{átlag}}$  - átlag sebesség.

Minden tumor esetében legalább három görbét vettünk fel és értékeltünk. A tumorok vizsgálata után megkerestük a normális submucosalis artériás plexusokat távol a tumor-szövettől és a belőlük nyert artériás görbékből is számoltunk pulzatilitási indexeket.

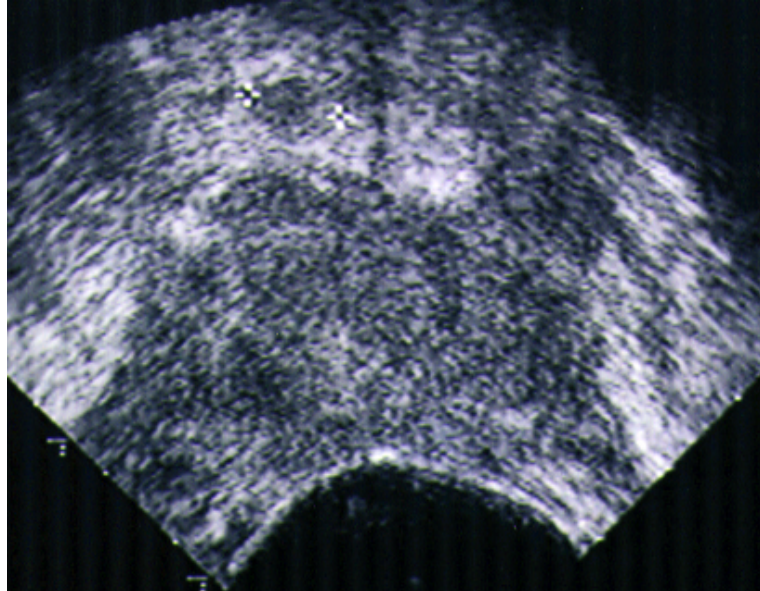
Ezután összehasonlítottuk a nyert tumoros és normális fali áramlási görbéket alakjuk és pulzatilitási indexeik szempontjából.

A vizsgálatokat Acuson 128XP/10 ultrahangkészülék 7 MHz-es transrectális, axiális orientációjú transducerével végeztük, mely a pulzus-Doppler vizsgálatokat 5 MHz-en végzi.

Vizsgálatainkat S-VHS video szalagra rögzítettük, így utólagos ellenőrző mérések elvégzésére is módunk volt.

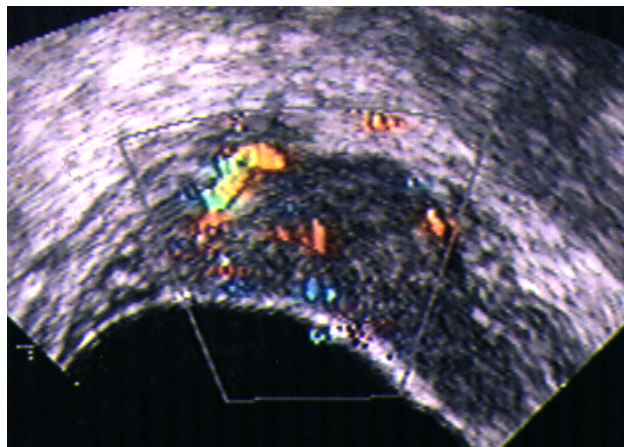
# Eredmények

A tumoros szövetekből nyert color-Doppler jelek összmenyisége lényegesen nagyobb volt, mint az ép plexus submucosusokból kapott jeleké. A tumorok mindegyike kifejezetten hypervascularisált szerkezetet mutatott a normális bélfalhoz képest. (1-2. ábra)



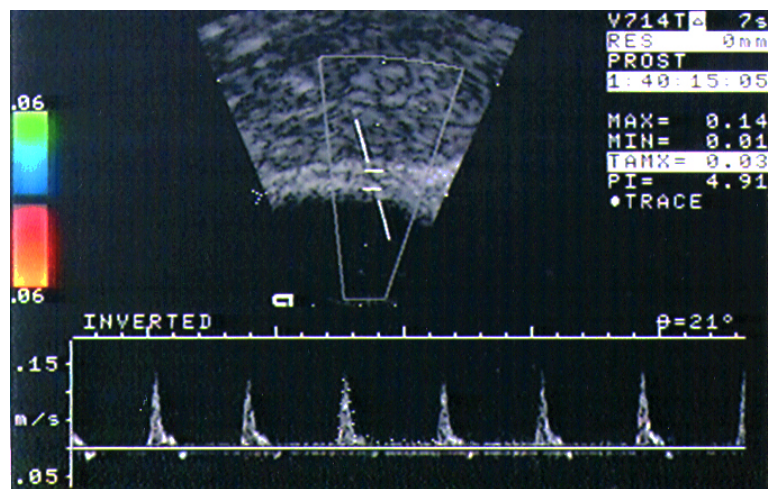
**1. ábra: Perirectalis zsírt infiltráló rectum-tumor transrectális UH felvétele: A rectum-fal kiszélesedett, szabálytalan, inhomogén szerkezetű, a fali rétegezetség eltűnt, a tumor a perirectalis zsírba mélyen beterjed. Környezetében echoszegény nyirokcsomó.**

A color-módszer segítségével gyorsan meg lehetett találni és jól lehetett ábrázolni az apró ereket a tumor-szövetben és a normális falban egyaránt, a mintavétel helyét így könnyebben kiválaszthattuk.



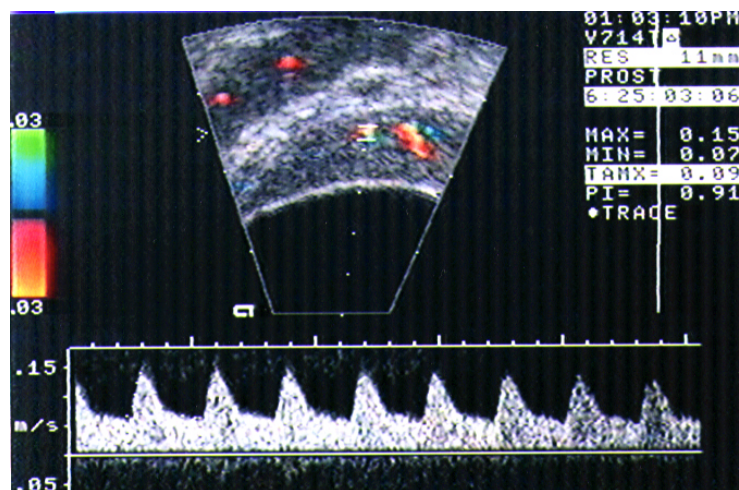
**2. ábra: Az előző tumor color-Doppler felvétele: A tumoron belül kifejezett hypervascularisatio észlelhető.**

Az ép submucosalis artériákban a diastolés áramlás hiányzott vagy minimális volt, az átlagos pulzatilitási index:  $3.168 \pm 1.151$  (SD). (3. ábra)

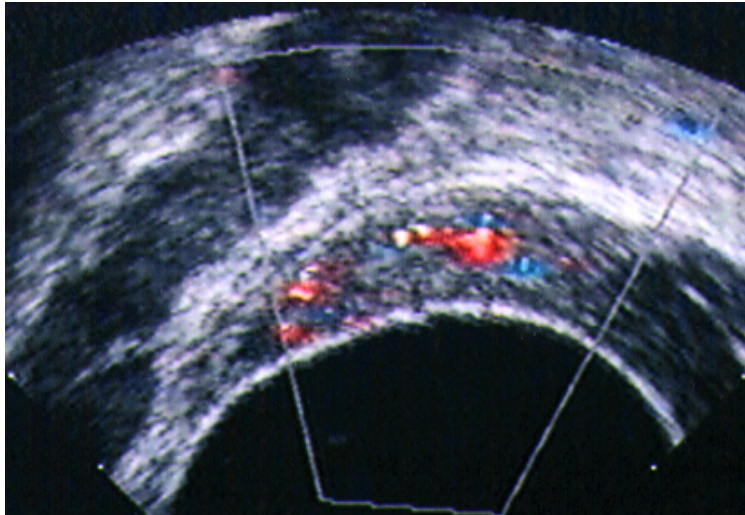


3. ábra: Ép rectum-falból felvett Doppler görbe: Magas resistenciájú áramlási görbe látható, a diastolés áramlás alig mutatható ki. PI: 4.91.

A tumor-szövet ereiből kapott áramlási görbék diastolés komponensei magasabbak voltak, ugynevezett alacsony resistenciájú görbéket kaptunk, az átlagos pulzatilitási index:  $1.206 \pm 0.394$  (SD). (4. ábra)



4. ábra: A rectum-tumor típusos áramlási görbéje: Alacsony resistenciájú görbe ábrázolódik magas diastolés értékekkel. PI: 0.91.



5. ábra: A vesicula seminálist dislocaló tumor képe: A hypervascularisált tumorszövet jól elkülöníthető a vesicula seminálistól, melyet maga előtt tol.

	Átlag PI	Minimum	Maximum	Medián	SE	P
Ép bélfali erek	3.168 ±1.151 (SD)	1.11	5.08	4.04	±0.23	<0.00 1
Tumo rerek	1.206 ±0.394 (SD)	0.66	2.59	1.09	±0.07 2	

Az ép bélfali erek és a tumor-erek pulzatilitási értékeinek összehasonlítása

**PI:** Pulzatilitási index

**SD:** Standard deviatio

**SE:** Standard hibaérték

**P:** Szignifikancia

Előfordult, hogy a tumorokon belül az alacsony resistentiájú görbék mellett nagy resistentiájú (az ép bélfalból nyerthez hasonló) görbéket is találtunk (az ép ereknek megfelelően), azonban az uralkodóak az előbb említett görbe-típusok voltak. A tumorok pulzatilitási indexei szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint az ép bélfalban mért értékek,  $P < 0.001$  (Táblázat)



A patológiai feldolgozás során az ultrahagvizsgálat pontossága a tumorok fali infiltrációjának megítélésében 81%-nak bizonyult.

## Megbeszélés

Az endosonographia elterjedése jelentősen bővítette a diagnosztikus ultrahang lehetőségeit. Segítségével a különböző térfoglaló folyamatok kiterjedése pontosabban vizsgálható és manapság ezen jól ábrázolható képletek karakterizálása került a kutatások előterébe.

Alapvető klinikai fontossága a benignus és malignus, valamint a "pseudotumorok" in vivo elkülönítése. Bár vannak jelek, melyek alapján a malignus tumorok felismerhetők (mitoticus index, pleomorphismus, stb), ezek leginkább histológiai, cytológiai módszerekkel vizsgálhatók és nem alkalmasak a jelenlegi képalkotó módszerekkel való felismerésre. (11)

A malignitás egyik fontos jele a kóros vascularisatio, az abnormális áramlás, melyek kimutatása a tumoros szövetben a Doppler technikával lehetséges. A tumor ereire jellemző, hogy falukban, az ép érfallal szemben, relative kisebb a simaizom elemek aránya az érátmérőhöz viszonyítva. A muscularis komponensek csökkenése miatt a vasoconstrictio mértéke stimuláció hatására csökkent vagy hiányzik.

Folkman hypotézise szerint a növekvő tumoros sejttömeget új erek képződése kíséri. Ezek nagyon hamar alakulnak ki a tumor fejlődése során és ezért korai jelei lehetnek a malignus folyamatnak. Több, ún. angiogeneticus factort ismerünk, melyeket a tumorok is secretálnak és melyek az anyaszövetet serkentik új erek képzésére. Ahogy a morfológiai és angiographiás vizsgálatokból, kísérletekből ismert, ezek az erek kóros morfológiát mutatnak, gyakoriak az arteriovenosus shunt-ök is. A neovascularisatio a periféria felől terjed a tumor belseje felé. (11)

A Doppler vizsgálat a tumoros neovascularisatio noninvasiv elemzését teszi lehetővé. A color-Doppler segítségével az igen kicsi tumor-erek is ábrázolhatók lehetnek, melyek egyébként méreteik és szabálytalan elrendeződésük miatt igen rosszul vizsgálhatók a hagyományos duplex technikával.

A color-Doppler alkalmazása lerövidíti a vizsgálati időt, a mintavételi hely gyorsan és könnyen kiválasztható.

A tumorokban Doppler vizsgálattal két fajta jelet különítettek el. Az első magas frekvenciájú jel, nagy systolés-diaistolés gradienssel, mely az arteriovenosus anastomosisokból származik. Nagy sebességű áramlás észlelhető a nagy nyomás-gradiens eredményeképpen.

A másik típus relatív magas frekvenciájú, de majdnem folyamatos jel, kis systolés-diaistolés fluctuációval. Ezek az alacsony impedanciájú jelek azokból a tumor-erekből származnak, melyek falából a normális musculáris elemek hiányoznak. (13,15)

A color-Doppler módszert japán szerzők alkalmazták először a máj térfoglaló folyamatainak jellemzésére. Hepatocellularis carcinomákban, haemangiomákban, metastasisokban eltérő áramlási jeleket találtak a color-Doppler vizsgálat során. (7)

Kuijpers és Ramos (12, 13) vese-carcinomák perifériás területein írtak le nagy sebességű áramlási jeleket, melyek segítségével a hypervascularis tumorokat nagyobb biztonsággal el tudták különíteni egyéb solid térfoglaló folyamatoktól.

Middleton és mtsai a here color-Doppler vizsgálatával szerzett tapasztalataikról számolnak be és megállapítják, hogy az intratesticularis és capsuláris artériák alacsony resistenciájú görbét adnak, míg a supratesticularis artériákból kevert görbék nyerhetők. Javasolják a pulzatilitási index használatát az objektív karakterizáláshoz, mert érzékenyebb a kóros görbék kimutatásában, mint az elterjedtebben alkalmazott resistencia index, mivel az átlagsebességet veszi számítási alapnak. (14) Munkánkban mi is ezt az indexet használtuk.

Cosgrove és mtsai (9) az emlő betegségeinek color-Doppler vizsgálata során a malignus tumorokban kis tumor-ereket mutattak ki nagy sebesség értékekkel, míg a benignus elváltozások nagy részében keringési jeleket nem lehetett detektálni.

Számos szerző (Kurjak és mtsai (11), Fleischer és mtsai (10) valamint Juhász (22)) transvaginalis color-Doppler vizsgálatokkal a kismencedei normális erekben, az artéria uterinákban a tumor-erektől (endometrium, ovárium) eltérő áramlási görbéket talált. Az ovarialis terimék color-Doppler vizsgálata során azt tapasztalták, hogy a benignus tumorokban mért pulzatilitási indexek szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a malignus elváltozásokban.

Hazai szerzők (Barta (20), Németh (21)) a color-Doppler módszert intraoculáris tumorok vizsgálatában is alkalmazták. Melanoma malignum esetében a tumorok alapjánál és belsejében jelentős sebességű artériás és vénás áramlás mutatkozott.

A prostata-tumorerő vizsgálatában az utóbbi 1-2 évben kezdtek el felhasználni a color-Dopplert a transrectális vizsgálattal kombinálva. A carcinomák általában fokozott vascularisatiójú területként különíthetők el a prostata állományán belül és így a környezettel egyébként azonos echogenitású elváltozások nagyobb biztonsággal felismerhetők, a biopsia helye könnyebben kijelölhető. (23, 24)

Az irodalmi adatok szerint a transrectalis ultrahangvizsgálat pontossága a rectum-tumorerő fali infiltrációjának megítélésében 69 és 93% között mozog. A kóros nyirokcsomók kimutatásában a pontosság 32 és 80% között ingadozik. (1)

A mi vizsgálataink pontossága a fali infiltráció és a nyirokcsomó érintettség tekintetében egyaránt 81 %-nak bizonyult.

Rectum-tumorerő color-Doppler vizsgálatával foglalkozó irodalmi adatot csak nagyon kis számban találtunk. (18, 19)

Az ép rectum-falat főként az artéria rectalis superior, kisebb mértékben az artéria rectalis media és inferior látja el ágaival. A perirectalis ágakból alakulnak ki a submucosalis artériás plexusok, melyeket ultrahangvizsgálattal a legvastagabb echodus fali rétegben találunk meg. (1) Ezekből a kicsi erekből igen nehéz feladat Doppler görbék felvenni, hacsak nem áll rendelkezésünkre color-Doppler. A nyert görbék jellege hasonló azokhoz a görbékhez, melyeket a gastrointestinális tractus egyéb területeiről kapunk, magas resistenciájuk.

Alexander és mtsai (18) 62 beteg transrectális color-Doppler vizsgálatát végezték el, akiknek nem volt kóros rectum-fali elváltozásuk (a vizsgálatok döntő része a prostata megítélésére történt) és a normális falból kapott áramlási jegyeket összehasonlították 7 rectum-tumoros és 1 endometriosisos beteg kóros fali elváltozásában találtakal.

Eredményeik szerint a normális falban és az endometriosisos csomókban mért pulzatilitási indexek szignifikánsan magasabbak voltak, mint a tumorokból nyertek. A pathológiai feldolgozás során a tumorokban főleg perifériásan elhelyezkedő csupán endothellel bélelt tumor-ereket találtak.

A rectum-tumorerő transrectalis color-Doppler vizsgálatával nyert saját eredményeink is azt bizonyítják, hogy a tumoron belül eltérő keringési jelek, görbék detektálhatók a normális fali keringéshez viszonyítva. A tumorokból nyert görbék hasonlóak voltak azokhoz, melyeket a malignus kismencedei folyamatok vizsgálatai során más szerzők leírtak.

Color-Dopplerrel magát a tumoros elváltozást könnyebben felismertük, határait jobban meghatározhattuk, az artefactumoktól való elkülönítésben is segítséget nyújtott a módszer. (5.ábra) A tumor-szövet határainak jobb felismerése alapvető jelentőségű lenne a peritumoralis oedema elkülönítésében, ugyanis az oedema miatt a tumor terjedés mértéke tulbecsülhető. Különösen vonatkozik ez a besugárzott elváltozásokra.

Glaser és mtsai (16) 17 beteg transrectális ultrahangvizsgálatát végezték el sugárkezelés előtt és után. Megfigyelték, hogy sugárkezelés után a rectum-fal echogenitása fokozódik, a szabályos rétegezethez nehezen ismerhető fel, a tumor echostrukturája a fibrotikus transzformáció következtében megváltozik. A fibrózis és a kialakuló oedema miatt, ha az endosonographiát csak az irradiatio után végezték, a módszer pontossága a perirectális zsír infiltrációjának megítélésében 47 %-ra csökkent.

Alexander és mtsai (19) 15 rectum-tumoros beteg irradiáció előtti és utáni color-Doppler vizsgálatáról számolnak be. Irradiáció után a tumorokban kimutatott color jelek mennyisége csökkent, azonban nem találtak signifikáns különbséget a pulzatilitási indexek tekintetében a besugárzás előtti értékekhez viszonyítva.

További vizsgálatok tisztázhatják, hogy a műtét utáni hegszövet és a recidivális tumor szövet milyen áramlási jelenségeket mutat. Ilyen irányú különbségek felhasználhatók lehetnének a tumor recidivák korábbi kimutatásában.

# Irodalom

1. Alexander A A. The effect of endorectal ultrasound scanning on the preoperative staging of rectal cancer. *Surgical Oncology Clinics of North America* 1992; 1(1):39-56.
2. Hawley P R. Commentary: does rectal endosonography influence rectal cancer treatment? *Int J Colorect Dis* 1986; 1:224-229.
3. Rifkin M D, Marks G J. Transrectal US as an adjunct in the diagnosis of rectal and extrarectal tumors. *Radiology* 1985;157:499-502.
4. Wang K Y, Kimmey M B, Nyberg D A. Colorectal neoplasms: Accuracy of US in demonstrating the depth of invasion. *Radiology* 1987; 165:827-829.
5. Orrom W J, Wong W D, Rothenberger D A, et al. Endorectal ultrasound in the preoperative staging of rectal tumors. *Dis Colon Rectum* 1990; 33:654-659.
6. Jakab Zs, Görög D, Papp J, Lestár B. Kezdeti tapasztalataink a rectum ultrahang vizsgálatával. *Orvosi Hetilap* 1991; 52:2907-2910.
7. Tanaka S, Kitamura T, Fujita M, et al. Color Doppler flow imaging of liver tumors. *AJR* 1990; 154:509-514.
8. Taylor K J W, Ramos I, Morse S S, et al. Focal liver masses: Differential diagnosis with pulsed Doppler US. *Radiology* 1987; 164:643-647.
9. Cosgrove D O, Bamber J C, Davey J B, et al. Color Doppler signals from breast tumors. *Radiology* 1990; 176:175-180.
10. Fleischer A C, Rodgers W H, Rao B K, et al. Assessment of ovarian tumor vascularity with transvaginal color Doppler sonography. *J Ultrasound Med* 1991; 10:563-568.
11. Kurjak A, Zalud I, Alfircvic Z, et al. The assesment of abnormal pelvic blood flow by transvaginal color and pulsed Doppler. *Ultrasound in Medicine and Biology* 1990; 16(5):437-442.
12. Ramos I M, Taylor K J, Kier R, et al. Tumor vascular signals in renal masses: Detection with Doppler US. *Radiology* 1988; 168:633-637.

13. Kuijpers D, Jaspers R. Renal masses: Differential diagnosis with pulsed Doppler US. *Radiology* 1989; 170:59-60.
14. Middleton W D, Thorne D A, Melson G L. Color Doppler Ultrasound of the normal testis. *AJR* 1989; 152:293-297.
15. Burns P, Harkányi Z, Liu J B, et al. Duplex ultrahang. Springer Hungarica 1991; Szerk. Harkányi Zoltán.
16. Glaser F, Kuntz C, Schlag P, et al. Endorectal ultrasound for control of preoperative radioterapy of rectal cancer. *Ann Surg* 1993; 217: 64-71.
17. Tio TL, Weijers O, Hulsman F, et al. Endosonography of colorectal diseases. *Endoscopy* 1992; 24: (Suppl. 1) 309-314.
18. Alexander AA, Jakab Zs, Gibas Z, et al. Transrectal color and pulse Doppler analysis of the normal rectal wall and tumors with histopathologic correlation. *European Journal of Ultrasound* 1994; 1: (Suppl. 1) 43. Abstract N 140.
19. Alexander AA, Gibas Z, Liu JB, et al. Color Doppler signal detection of residual disease within irradiated rectal cancer: histopathologic correlation. *European Journal of Ultrasound* 1994; 1: (Suppl. 1) 44. Abstract N 141.
20. Barta M, Sandy RM, Meston DA, et al. A szem és az orbita szines Doppler-vizsgálata. *LAM* 1993; 3 (7): 630-635.
21. Németh J, Morvay Z, Horóczy Z, et al. A szinkódolt Doppler ultrahangvizsgálat szemészeti alkalmazása. *Szemészet* 1992; 129: 34-37.
22. Juhász B. Transvaginális color Doppler vizsgálatok - különös tekintettel a nőgyógyászati daganatok differenciál diagnosztikai lehetőségére. Kandidátusi értekezés 1990.
23. Bergonzi M, Bonfioli C, Motta F, et al. Color-Doppler in transrectal echography of the prostate. Preliminary results. *Radiol Med* 1993; 85: (5 Suppl. 1) 124-128.
24. Rifkin MD, Sudakoff GS, Alexander AA. Prostate: techniques, results, and potential applications of color Doppler US scanning. *Radiology* 1993; 186 (2): 509-513.