

dr. Szöllősy Gábor:

MENNYIVEL VOLTAK JOBB ÍJAIK
A HONFOGLALÓ MAGYAROKNAK,
MINT A KORABELI EURÓPA
MÁS NÉPEINEK ?

Keletkutatás 1995/ősz 37–51.

Az íjászattal foglalkozó kutatásban a történelmi íjakat vizsgáló szakemberek általában nem mechanikai alapon közelítik meg problémáikat, ennek ellenére az íjak teljesítőképességére vonatkozó következtetéseket is levonnak. Az egyik legfontosabb ilyen, nem mechanikai méréseken alapuló, általánosan elterjedt vélemény, hogy az összetett íjak (például a honfoglaló magyarok íjai) lényegesen nagyobb teljesítményre képesek, mint az azonos erejű egyszerű íjak. Kutatásaim során mechanikai méréseket végeztem, többek közt természetes anyagú íjakon is, hogy az íjak működésére vonatkozó alapvető ismeretek közreadásával és saját kísérleti eredményeim ismertetésével olyan alapadatokat bocsáthassak a régészet és a történettudomány rendelkezésére, amelyek szilárd tájékozási pontokként szolgálhatnak a leltek értékeléséhez és segíthetik reális elképzelések kialakítását a történelmi íjakról.

Az eredmények ismertetése előtt az íjak típusba sorolásának néhány alapfogalmát kell tisztáznunk, mert az „egyszerű íj” és az „összetett íj”, valamint a „visszacsapó íj”, vagy „reflexíj” fogalmak nagyon sokszor még tudományos művekben is pontatlanul szerepelnek. A félreértések és pontatlanságok oka szinte mindig az, hogy összekeveredik az íjak csoportosításának két alapvető szempontja: a rugalmas részek **szerkezete** alapján, illetve az íjak ajzatlan (ideg vagy húr nélküli) **formája** alapján való csoportosítás.

A rugalmas részek szerkezete alapján az íjak két csoportra oszthatók. Az **egyszerű íjak** rugalmas részei keresztmetszetben homogének, az **összetett íjak**, rugalmas részei réteges szerkezetűek.

Ajzatlan formájuk alapján **botíjakat** és **reflexíjakat** különböztethetünk meg. A botíjak ajzatlanul többé-kevésbé egyenesek, a reflexíjak viszont mindig íveltek, és felajzáskor (amikor az ideget az íjra akasztják) ezen ívvel ellentétes irányba kell az íjat meghajlítani. (A „reflexíj” szónak elfogadott, de helytelen magyarítása a „visszacsapó íj”, ezek az íjak ugyanis nem csapnak vissza, ahogy

más íjak sem. Ha magyar nevet akarunk adni az íjak e csoportjának, akkor a „visszahajló íj” lenne a megfelelő, mivel ajzatlanul visszafelé hajlanak.) Ez a csoport további két alcsoportra bontható. Az egyikbe a végig rugalmas reflexíjak tartoznak, a másikba az úgynevezett merev szarvú reflexíjak, amelyeknél a rugalmas karok végén egy-egy, erőként működő merev szakasz van.

Az íjak csoportosításának e két szempontja egymástól teljesen független, ezért szinte minden típuskombinációra találhatunk példát a történelmi íjak, vagy a természeti népek íjai, esetleg a modern sportíjak között. (Az íjak típusba sorolásáról részletesebben: SZŐLLŐSY Gábor: Íjászati alapismeretek. Jóna András Múzeum Évkönyve XXX-XXXII (1987–1989) 443-476 Nyíregyháza 1992.)

A vizsgálódásunk tárgyát képező két íjtípus korrekt besorolása a fentiek alapján: **a honfoglaló magyarok íja összetett, merev szarvú reflexíj, a nyugat-európai íjak egyszerű botíjak.** (Az „egyszerű” ez esetben nem jelző, hanem típuskategória, tehát nem valamiféle lebecsülést fejez ki.)

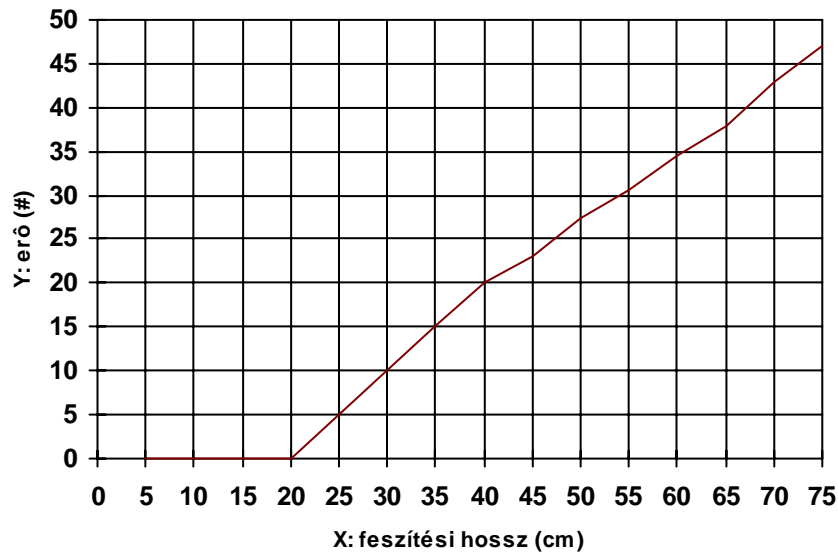
A kísérletek során az íjakról felvett adatok nagy pontossággal mutatják az íj abszolút és relatív (a lövés során végzett energia-befektetéshez viszonyított) teljesítményét.

- **Az íj ereje:** Az íjnak az adott nyílveszőhosszra (a kísérletekben 70 cm-re) való megfeszítéséhez szükséges erő. Tekintettel arra, hogy az íjászati szakirodalom túlnyomó többsége Angliában és az USA-ban jelenik meg, az íjak erejét fontban (1 lb. rövid jele: # = 0.4536 kp = 4.56 N) szokás megadni. Az íj erejét legszembetűnőbben a **feszítési grafikon** mutatja. Ez egy olyan grafikon, amelynek X tengelyére az íj megfeszítése során az egyre növekvő feszítési hossz értékek vannak felvéve, az Y tengelyre pedig az adott hosszra való megfeszítéshez szükséges erő. (1. ábra)

- **Az íj energiatároló képessége:** Az íjnak a kérdéses hosszra (esetünkben 70 cm-re) való megfeszítése során végzett munkával egyenlő. Az íjban tárolt energia mennyisége, a feszítési grafikonon felvett erő és elmozdulás szorzata, azaz a grafikon görbéje és az X tengely által határolt terület nagyságával arányos.

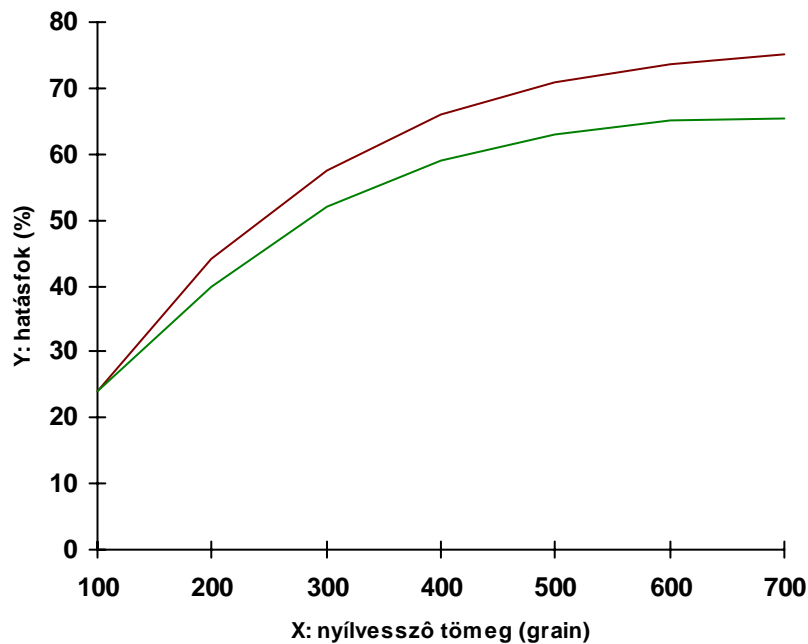
- **Az íj gyorsasága:** Az íjból kilőtt nyílvesző kezdősebességével adható meg. Számszerű értéke természetesen a nyíl tömegétől függően változik. Különböző íjak összehasonlítására csak azonos tömegű nyilakkal mért értékek használhatók.

A 18. sz. íj feszítési grafikonja



1. ábra: Egy sportíj, feszítési grafikonja.
 (Az íj ereje 70 cm-en 43 #, a benne tárolt energia 51.1 Joule)

- **Az íj energetikai hatásfoka:** Ez az érték azt mutatja, hogy a megfeszítés során végzett munka (az íjban tárolt energia) hány %-át kapjuk vissza a kilőtt nyíl mozgási energiájaként. **Egy adott íj hatásfoka a kilőtt nyíl tömege szerint változik.** Első pillantásra nem tűnik logikusnak, de nehezebb nyíllal jobb az íj hatásfoka. (2. ábra)



2. ábra: Két különböző íj hatásfok-görbéje különböző tömegű nyilakkal

(HICKMAN 1929 nyomán.)

- **Az íjkarok tehetetlensége:** (K - érték) A megfeszített íjban tárolt energia egy része az íj karjainak (és az idegnek) a mozgására használódik el, csak a „maradék” fordítható a nyíl kilövésére. Az íjkarok mozgására elhasznált energiát úgy tekintjük, mintha az íjból a valóságos nyílvevővel együtt egy másik nyilat is kilőnének. Ennek a „láthatatlan” nyílnak a tömege az íjkarok tehetetlensége.

A kísérleteim során vizsgált hét természetes anyagú íj közül öt volt egy darab fából kifaragott, nyugat-európai típusú egyszerű botíj, (az 1., 25., 26., 27., és a 28. számú íjak) kettő pedig ín- fa- és szaru rétegből álló, merev szarvú összetett reflexíj, amelyek az eurázsiai sztyeppei népekre – köztük a honfoglaló magyarokra – jellemzőek (a 3 és a 23. sz. íjak). A mérések eredményeit az I. táblázat tartalmazza.

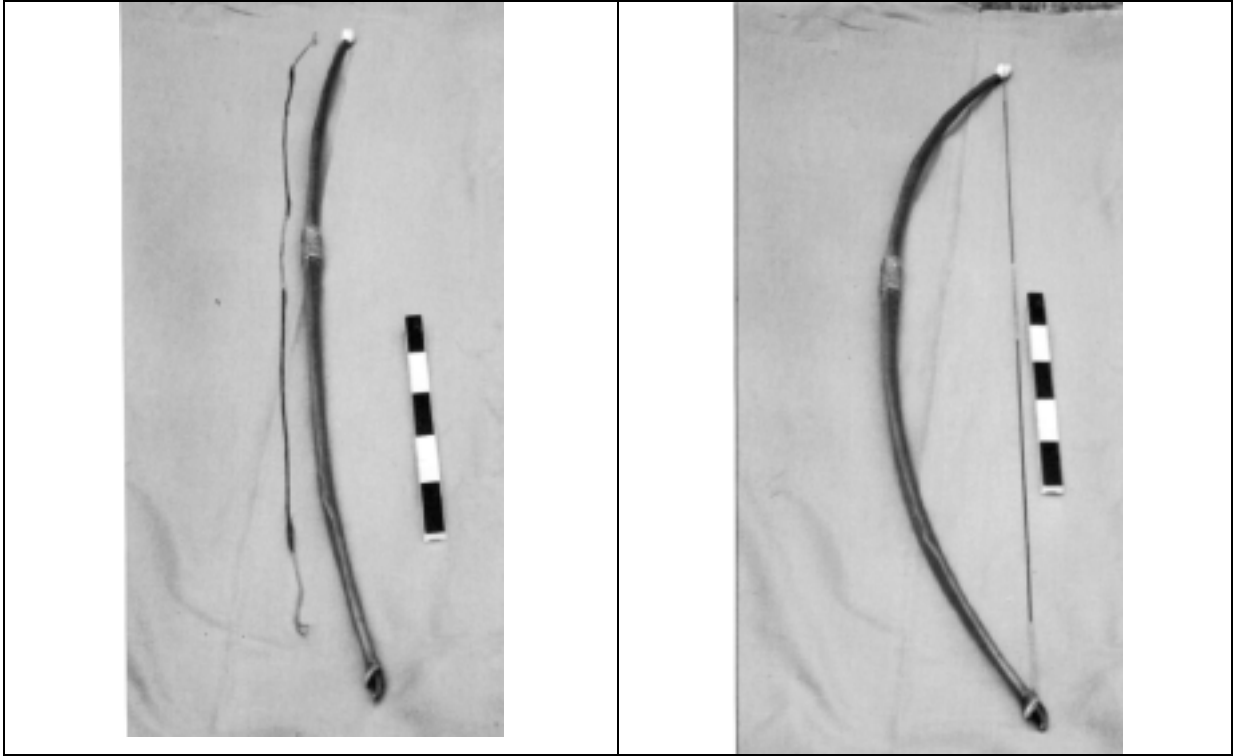
A legegyszerűbb és legmeggyőzőbb összehasonlítási lehetőség az lett volna, ha azonos erejű egyszerű és összetett íjakat mérhettem volna meg, erre azonban nem volt lehetőség, mivel nem kísérleti célra, hanem használatra készített íjakat vizsgáltam. Ennek ellenére mégis találtam módot a kétféle íjtípus összehasonlítására. Rangsort állítottam fel az íjak között az erejük, a bennük tárolt energia mennyisége, a négy különböző tömegű kísérleti nyíllal elért sebesség, mozgási energia, és határfok, valamint az íjkarok tehetetlensége (a „K” érték) alapján (II. táblázat).

Amint a II. táblázat is mutatja, az erő, a tárolt energia, a nyílvevők sebessége és a nyilak mozgási energiája szempontjából a 3. sz. mongol merev szarvú összetett reflexíj volt az első a rangsorban, határfok és tehetetlenség szempontjából viszont az utolsó helyre került. (3. ábra)

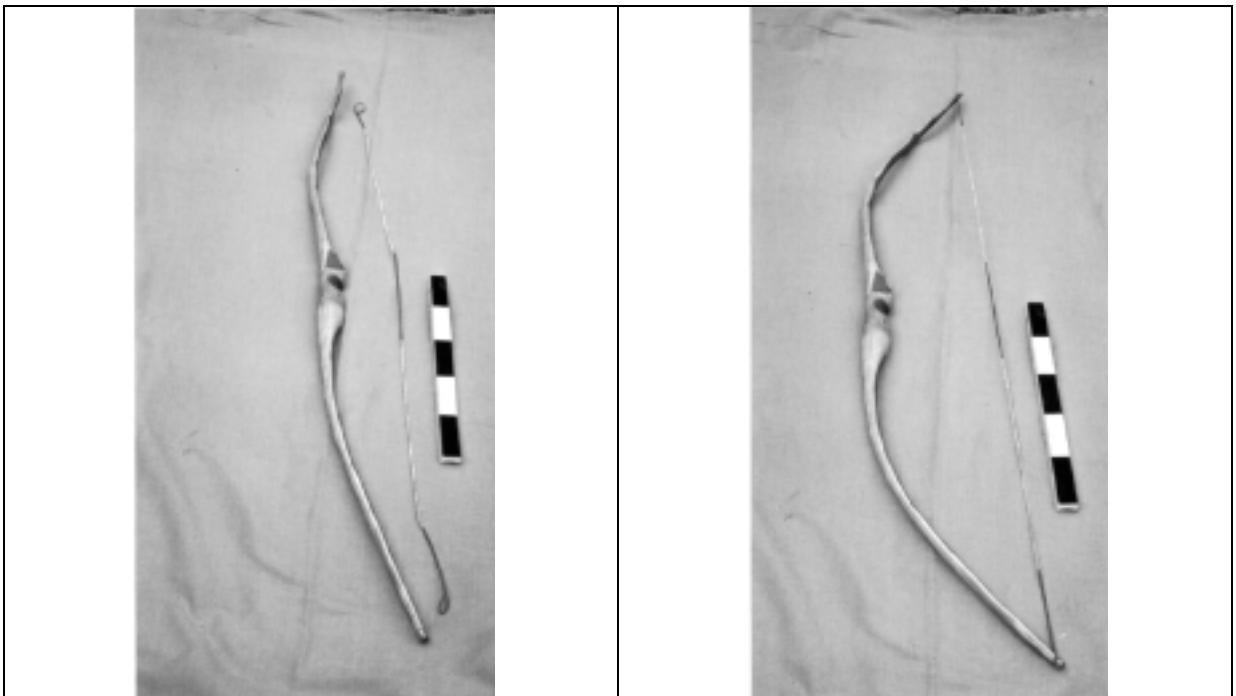


3. ábra: A 3. sz. mongol íj felajzva

A rangsorban erő, sebesség és energia szempontjából a II.–III. helyen osztozkodó 27. és 28. sz. tiszafából készült egyszerű botíjak közül az erősebb, 27. sz. a hatásfok és a „K” érték alapján az utolsó előtti helyre került, míg a gyengébb, 28. sz. íj az első - második helyet szerezte meg. (4., 5., 6. és 7. ábrák)



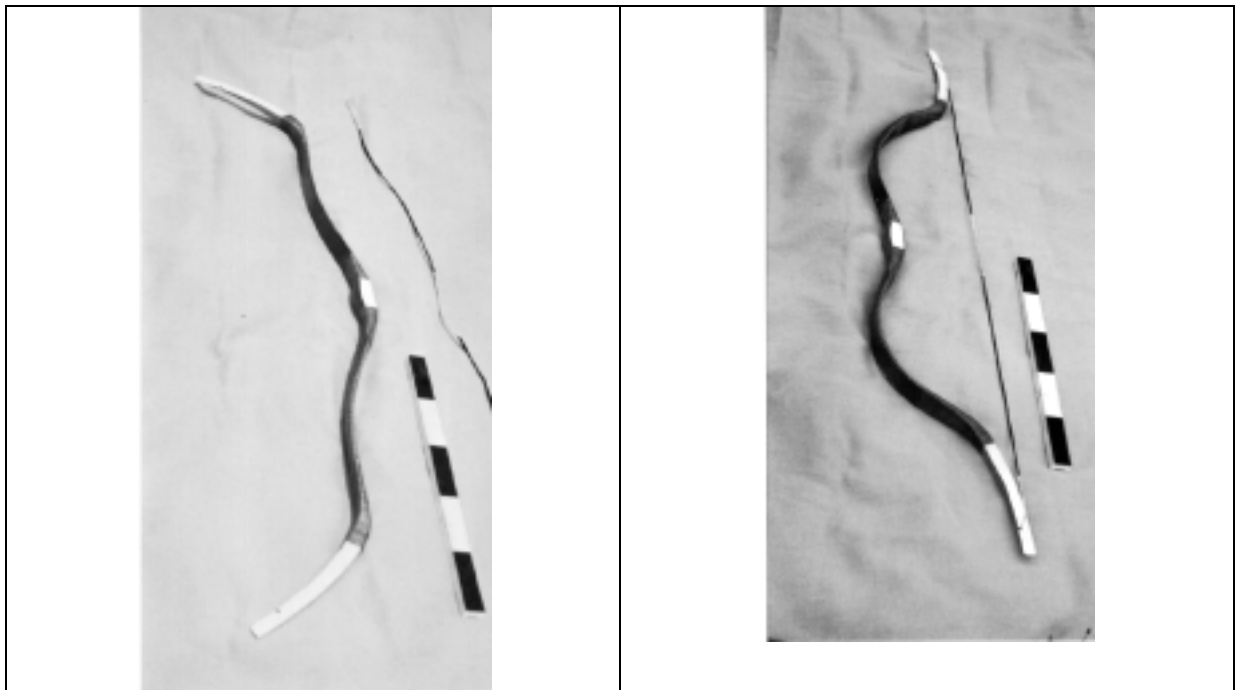
4. és 5. ábra: A 27. sz. tiszafa íj ajzatlanul és felajzva



6. és 7. ábra: A 28. sz. tiszafa íj ajzatlanul és felajzva

Az íjkarok tehetetlenségében mutatkozó nagy abszolút és relatív különbség adhat magyarázatot arra, hogy a gyengébbik, 28. sz. íj a kilőtt nyíl sebessége és mozgási energiája tekintetében legalább azonos, de többnyire jobb eredményt ért el a nála 4 #-tal erősebb 27. sz. íjnál.

Érdekes összehasonlítási lehetőséget kínált a fenti két egyszerű botíj és a 23. sz. merevszárvú összetett reflexíj (honfoglalás kori magyar íj rekonstrukció, 8. és 9. ábra) teljesítményének összehasonlítása.

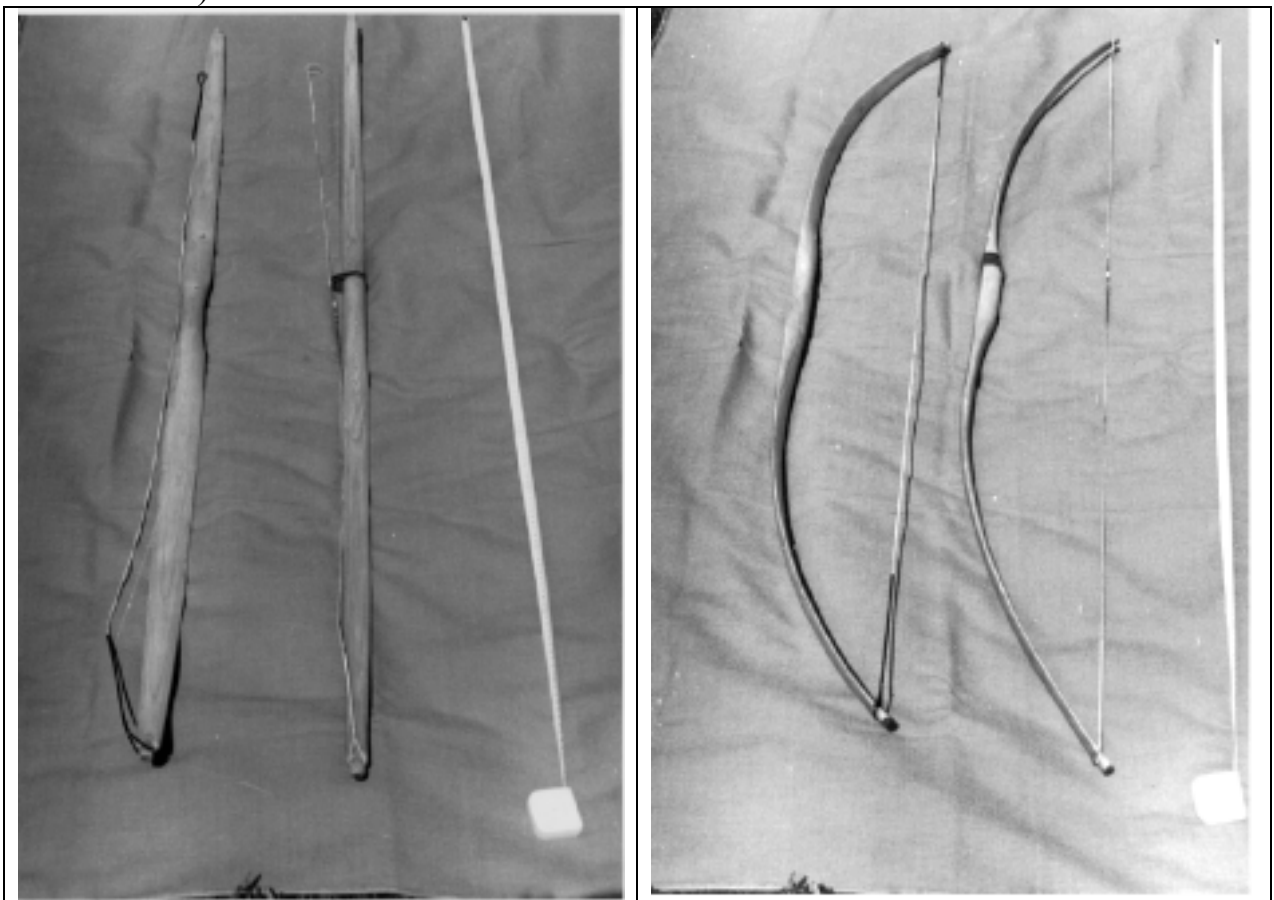


8. és 9. ábra: A 23. sz. honfoglalás kori íjrekonstrukció ajzatlanul és felajzva

A 28. sz. egyszerű botíj, amely a 23. sz. összetett reflexíjnál 9 #-tal volt erősebb, a rangsorban minden szempontból (a határfok és a „K” érték alapján is) jobb eredményt ért el. A 27. sz. egyszerű botíj, amely a 23. sz. íjnél 13 #-tal volt erősebb, határfok és „K” érték alapján két hellyel a 23. sz. íj mögé sorolódott, ennek ellenére a kilőtt nyíl sebessége és mozgási energiája alapján egy helyezéssel megelőzte az összetett reflexíjat.

Az eredmények számszerű megfogalmazásaként óvatosan meg merem kockáztatni azt a megállapítást, hogy az íjkarok tehetetlenségében (a „K” értékben) mutatkozó 10 gramm eltérés 4 # erőkülönbséggel egyenértékű. Úgy tűnik, hogy ez az érték érvényes az egyszerű és az összetett íjakra is, ezt azonban további mérésekkel pontosítani, finomítani szükséges.

Tekintettel arra, hogy az íjak használati értékét végső soron a kilótt nyíl áthatoló képessége, sebző- és ölő hatása határozza meg, a kísérletekben mért paraméterek közül gyakorlati szempontból a nyíl mozgási energiáját kell elsődlegesnek tekintenünk. A mérések tanúsága szerint természetes anyagú íjak esetében ezt döntően az íj ereje határozza meg. Igaz ugyan, hogy az erő növelésével párhuzamosan növekszik az íjkarok tehetetlensége és azonos nyíllal csökken az íj hatásfoka, de az íj teljesítménye abszolút értékben mégis csak növekszik. Az optimálisnál erősebb íjak teljesítménynövekedése aránytalanul kevesebb, mint a kifejtendő erő és a befektetendő energia növekedése, de a nagyobb teljesítmény elérésének legegyszerűbb és legvalószínűbb eszköze mégis csak az íj erejének növelése. Elsősorban azért, mert azt minden íjász el tudja dönteni mérőműszer nélkül is, hogy melyik íj erősebb. Másodsorban azért, mert az íjkarok tehetetlenségének csökkentésével, a hatásfok növelésével csak szűk határok közt – becslésem szerint 4-6 #, de 10 #-nál mindenképpen szűkebb tartományban – lehet javítani az íj teljesítményét. Ezzel szemben adott anyagokból, azonos hosszúsági méretekkel az optimális hatásfokú íjnál akár 20-30 #-tal erősebbet is lehet készíteni. Jó példa erre az 1. és a 2. sz. kőrisfából készült botíj. Mindkettő ugyanannak a fatörzsnek ugyanazon szakaszából készült, a hosszuk is azonos, de az egyik 28 #-os, a másik 60 #-os lett. (10. és 11. ábra) (Az erősebb íj a kísérletek során eltört, ezért nem szerepel az I. táblázatban.)



10 és 11. ábra: Az 1. és 2. sz. „két egytestvér” kőrisfa botíj ajszatlanul és felajzva.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a természetes anyagokból készült átlagos minőségű íjak ereje közötti különbség meglehetősen pontosan jelzi az abszolút teljesítőképességük különbségét. Magyarul: ha két természetes anyagú íj között az erőkülönbség meghaladja a 10 #-ot, szinte biztosra vehető, hogy az erősebb íj fog nagyobb nyílvevő sebességet produkálni, bármilyen rossz is az íj relatív teljesítménye.

A vizsgálatok egyik legfontosabb és legmeglepőbb tanulsága, hogy az összetett íjaknak az egyszerű íjakkal szembeni állítólagos műszaki fölénye nem akkora, hogy 10 # vagy annál nagyobb erőfölényt ellensúlyozni tudna. Az a tény, hogy az egyszerű botíjak között volt olyan, amelyik relatív teljesítmény szempontjából jelentősen megelőzte az egyébként igen kiváló összetett reflexíjakat, azt mutatja, hogy az összetett reflexíjak nem szükségképpen jobbak (ha tetszik fejlettebbek) az egyszerű botíjaknál.

Ha ez így van, akkor viszont magyarázatra szorul, hogy miért terjedhetett el szinte megcáfolhatatlan axiómaként az összetett íjak felsőbbrendűségét valló nézet. Ennek magyarázatát a XVII–XVIII. századi oszmán-török távlövési rekordok adják, amelyeket megerősítettek a XX. század eleji, ugyancsak török íjakkal elért európai távlövési eredmények. Ezeket a 400-500 yard körüli eredményeket azonban 100 # fölötti erejű íjakkal, könnyű, (12-15 grammos) távlövésre kifejlesztett, speciális nyilakkal és különleges segédeszközökkel érték el a törökök is. A régész és történész közvélemény noha nyíltan nem vonta kétségbe, igazán soha nem fogadta el FÁBIÁN Gyula kísérleti távlövési eredményeit. Egy 68.3 # (31 kp) erejű íjával 20.55 g tömegű nyíllal 9 lövés átlagaként 175 métert ért el, a legtávolabbi lövés 186 méter volt (FÁBIÁN GY. 1967, 100). Egy másik, 70.5 # (32 kp) erejű íjból 25 g tömegű nyíllal 130 métert lőtt (FÁBIÁN GY. 1980-1981, 72). A magyarok íjának maximális lőtávolságát kb. 200 méterre becsülte.

Sebességmérési eredményeim alapján végzett számítógépes lőtávolság számításaink FÁBIÁNÉhoz hasonló eredményeket adtak.

Attól a pillanattól kezdve, hogy a nyíl elhagyta az íjat, az íjnak semmilyen befolyása nincs a nyíl további útjára. Ebből következően a maximális lőtávolság tekintetében az íjak rangsora megegyezik a nyíl kezdősebessége alapján felállított rangsorral. A konkrét lőtávolság értékek azt mutatják, hogy azokról az íjaktól és nyilakról, amelyeket nem kifejezetten távlövésre fejlesztettek ki, reálisan legfeljebb 200 m maximális lőtávolság feltételezhető. Ugyanerre a következtetésre jutott az átlagos, hadi használatra (és nem rekorderedmények

elérésére) készült angol egyszerű botíjakkal és hadi nyilakkal kapcsolatban KING (1970. és 1974) is.

A fentiek fényében valószínűsíthető, hogy az átlagos honfoglalás kori magyar íj a hozzá való, legalább 25-30 grammos nyíllal nagyjából ugyanolyan teljesítményre volt képes, mint a korabeli európai íjak az azokhoz való, hasonló tömegű nyilakkal.

Ha ez így igaz, akkor viszont önként adódik a kérdés: miért vesződtek a sztyeppei nomád népek az összetett reflexíjak készítésével, ami sokkal bonyolultabb és időigényesebb, mint az egyszerű botíjak előállítása? (Egy összetett íj elkészítése legalább 6 hónap, egy egyszerű íjé a fa kiszáritásával együtt is legfeljebb 2 hónap.) Ez két okra vezethető vissza. Egyfelől a sztyeppevidéken nem honosak az egyszerű íjak készítésre legalkalmasabb fafajok (kőris /Fraxinus/, tiszafa /Taxus/). Másfelől a lóhátról használt íjak olyan rövidnek kell lennie, hogy ne akadályozza a nyeregben való visszafordulást (140-150 cm ajzott fesztáv). Egy ilyen méretű egyszerű botíjat nem lehet 70 cm körüli hosszára (egy felnőtt férfi szokásos húzáshossza) megfeszíteni, mert eltörik. Meg kellett tehát találni azt a műszaki megoldást, amellyel megfelelő erejű és gyorsaságú, de megfelelően rövid, lovas íjat lehet építeni. Erre az ín-fa-szaru szerkezetű összetett íjkarok a legalkalmasabbak. A sztyeppei népek tehát nem valamiféle műszaki csúcsmódot, vagy „csodafegyvert” alkottak hanem egy olyan fegyvert, amellyel lehetőséget tudtak teremteni a távolra ható fegyver gyors helyváltoztatás közben való használatára.

Az összetett reflexíj jellegzetesen lovas fegyver. Az egyszerű botíj ezzel szemben tipikus gyalogos fegyver. Nem alkalmas a gyors helyváltoztatás és a tüzelés összekapcsolására, de ha megfelelően „állítják hadrendbe”, ez is csodafegyver lehet (pl. a crécyi csatában 1346-ban).

Mindent egybevetve a honfoglaló magyarok összetett reflexíja műszaki szempontból nem volt sem jobb sem rosszabb az európai népek egyszerű botíjainál. Főlényét nem a nagyobb relatív teljesítménye adta, hanem az, hogy vágató lóról is lehetett használni. Kalandozó őseink hadi sikereiket főként szervezettségüknek köszönhették és annak, hogy tökéletes, de legalábbis az ellenfelénél tökéletesebb összhangba tudták hozni a hadviselés egyes elemeit: a fegyverzetet, a stratégiát, a taktikát és a logisztikát.

IRODALOM

FÁBIÁN Gyula 1967.: Archaeologia experimentalis. Honfoglaláskori magyar íj rekonstruálása. Természettudományi Közlöny IX. (1967) 98-101.

FÁBIÁN Gyula 1980-81.: Újabb adatok a honfoglaláskori íjászat kérdésköréhez. SZMMÉ 1980-81/1. 63-76.

HICKMAN, C.N. 1937.: The Dynamics of A Bow and Arrow. Journ. of Applied Physics Vol 8. (1937 június) 404-409

HICKMAN, C. N. 1929.: Velocity and Acceleration of Arrows. Weight and Efficiency of Bows Affected by Backing of Bow. Journ. of Franklin Inst. Vol 208, No. 1246-37 (1929.okt.) 521-537.

KING, Roy 1970.: Rambling on the Longbow. The British Archer Vol. XXII. No. 1. (1970 júli.-aug.) 40-41.

KING, Roy 1974.: The Cast of the Longbows. The British Archer Vol. XXVI. No. 2. (1974 szept.-okt.) 79-81.

KLPOSTEG, Paul, E. 1943.: Physics of Bows and Arrows. American Journal of Physics Vol. 11 (1934) No 4. 173-192.

PAYNE-GALLWEY, Ralph 1906.: A treatise on Turkish and other oriental bows of mediaeval and later times. in: PAYNE-GALLWEY: The Crossbow London 1909. (reprint: 1976) 1-21. (függelék)

SZÖLLŐSY Gábor: 1992 :Íjászati alapismeretek. JAMÉ XXX-XXXII 1987–1989) 443-476

I. táblázat

A természetes anyagú íjakon végzett mérések eredményeinek összefoglaló táblázata.

Az íj száma	statikus jellemzők			dinamikus jellemzők											
	erő 70 cm- en (#)	tárolt energia (Joule)	energia tárolási arány (J/#)	<i>45 grammos nyíllal</i>			<i>40 grammos nyíllal</i>			<i>30 grammos nyíllal</i>			<i>25 grammos nyíllal</i>		
				sebesség (m/sec)	mozgási energia (Joule)	hatásfok (%)	sebesség (m/sec)	mozgási energia (Joule)	hatásfok (%)	sebesség (m/sec)	mozgási energia (Joule)	hatásfok (%)	sebesség (m/sec)	mozgási energia (Joule)	hatásfok (%)
1	28	28.9	1.03	28.7	18.5	64.0	30.5	18.6	64.4	32.9	16.2	56.1	35.7	15.9	55.0
3	60	85.9	1.43	42.7	41.0	47.8	44.0	38.7	45.1	47.2	33.4	38.9	48.5	29.4	34.2
23	38	47.7	1.26	36.9	30.6	64.2	39.6	31.4	65.8	41.8	26.2	54.9	44.2	24.4	51.2
25	26	30.4	1.17	28.0	17.6	58.0	29.2	17.8	58.4	32.2	16.5	54.4	34.7	15.1	49.5
26	30	31.8	1.06	30.5	20.9	65.7	32.3	20.9	65.7	36.3	19.8	62.2	38.1	18.2	57.1
27	51	58.1	1.14	39.6	35.3	60.7	40.8	33.3	57.3	44.2	29.3	50.4	45.7	26.1	44.9
28	47	52.4	1.12	39.6	35.3	67.3	41.5	34.4	65.7	46.3	32.2	61.4	48.5	29.4	56.1

II. táblázat

A természetes anyagú íjak rangsora. A táblázatban az íjat a kísérletben kapott sorszáma jelöli. Az egymás alatti két * „holtversenyt” jelent. (A táblázatban szereplő „K” érték a négy különböző nyíllal elért eredmények adataiból számított „K” értékek átlaga.)

helyezés	erő	tárolt energia	nyílvessző sebesség				nyílvessző mozgási energia			
			45 g	40 g	30 g	25 g	45 g	40 g	30 g	25 g
I	3	3	3	3	3	3*	3	3	3	3*
II	27	27	27*	28	28	28*	27*	28	28	28*
III	28	28	28*	27	27	27	28*	27	27	27
IV	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
V	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
VI	1	25	1	1	1	1	1	1	25	1
VII	25	1	25	25	25	25	25	25	1	25

A II. táblázat folytatása

helyezés	az íj-nyíl együttes hatásfoka				„K” érték (rangsor és átlagérték)
	45 g	40 g	30 g	25 g	
I	28	28*	26	26	28 (20.3 g)
II	26	26*	28	28	26 (20.4 g)
III	23	1	1	1	1 (22.5 g)
IV	1	23	23	23	23 (24.6 g)
V	27	25	25	25	25 (29.8 g)
VI	25	27	27	27	27 (29.8 g)
VII	3	3	3	3	3 (48.3 g)