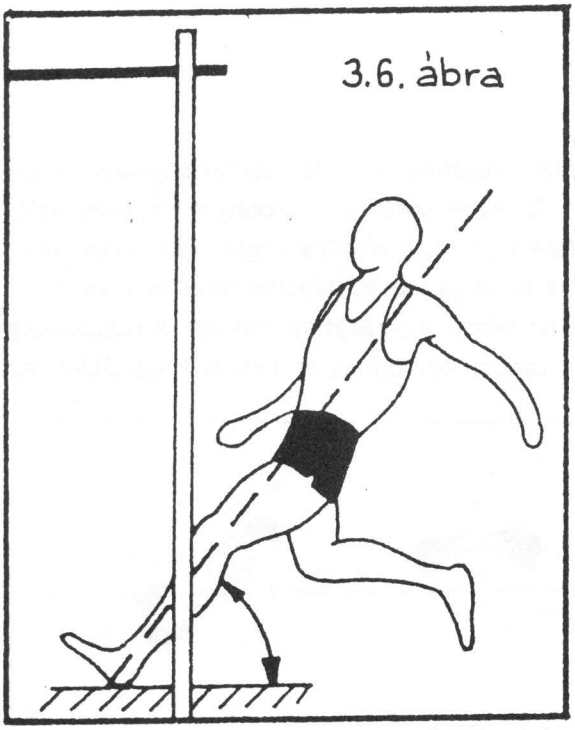
alaptörvénye irányítja. A talajerő azonban kényszererő, a sportolótól a talajra kifejtett erőnek az ellenereje, így határozott mozgással ezt az erőt az atléta irányíthatja a számára megfelelő módon. Az impulzusváltoztatás sikere azon múlik, hogy a sportoló ugró lába elég erős-e ahhoz, hogy megfelelő nagyságú $F\,\Delta t$ erőlökéssel hasson a talajra. Ez mégoly nagy ugróerő esetén is csak akkor lehetséges, ha az elrugaszkodásra elegendő hosszú Δt idő áll rendelkezésre. A távolugrásban ez jól érzékelhető az úgynevezett ugró, illetőleg futó típusú atléták különféle ugrási stílusaiban. A nagy gyorsaságú, vágtázó típusú ugróknak kisebb a láberejük, de nagyon gyorsak *(Owens, Beamon, Lewis)*, míg az ugró típusú versenyzők *(Boston, Ter Ovenszjan)* gyorsasága mérsékletesebb, de nagy a láberejük. Ennek megfelelően a vágtázó típusú ugrók „kirepülési" szöge laposabb, mint az ugró típusú versenyzőké.



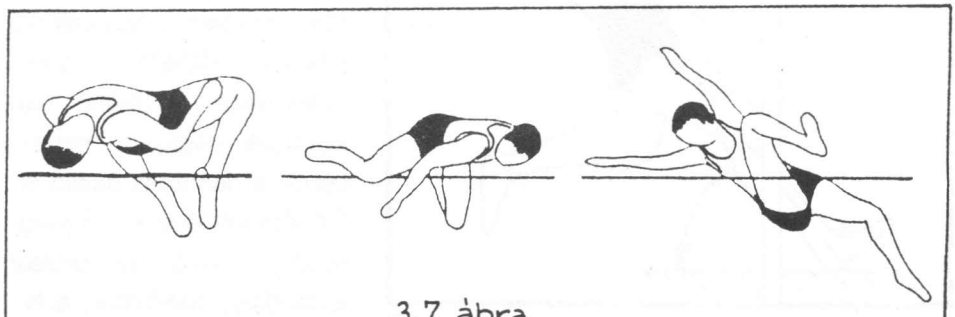
Ahhoz, hogy az elrugaszkodáskor az erőkifejtés megfelelő hosszú ideig és a gyorsítás elegendő hosszú úton menjen végbe, mind a távolugrók, mind a magasugrók jellegzetesen változtatnak a nekifutásuk ritmusán, s a sarkukat kitámasztva kezdik meg az elugrást. A hatás a magasugrás közben érzékelhető jobban, látható módon, ezért ebben a „műfaj"-ban követjük végig. A magasugrók a nekifutás utolsó előtti lépését egy kissé megnyújtják, míg az utolsót lerövidítik, miközben súly-

pontjuk süllyed. Erre az úgynevezett lelassulsára azért van szükség, hogy a függőleges irányú erőkifejtés hosszabb úton történhessen. Az utolsó lépésben sarokkal kitámasztott láb kitámasztási szöge az ugrás technikájától és az atléta adottságaitól függően változik a (hasmánttechnikában *49-55,* a *Fosbury-flopban 57-60 fok*), de a talajerő vízszintes összetevője (3.6. ábra) mindenképpen a haladás irányával ellentétes, tehát fékezi a mozgást. A talajerő hatásvonala nem megy át az ugró súlypontján, így a fékező és az emelő hatáson kívül egy súlypont körüli forgást is eredményez, s ezáltal az atléta mintegy átgördül a léc felett.

A kitámasztás a lábizmokat erősen feszített helyzetbe hozza, s így jó lehetőséget teremt az impulzusváltoztatáshoz szükséges nagy erőkifejtéshez. A súlypontnak a süllyesztésére éppen azért van szükség, hogy a láb kellő behajlításával az izmok elegendően megfeszülhessenek, s így a függőleges gyorsításra kellő idő maradjon.

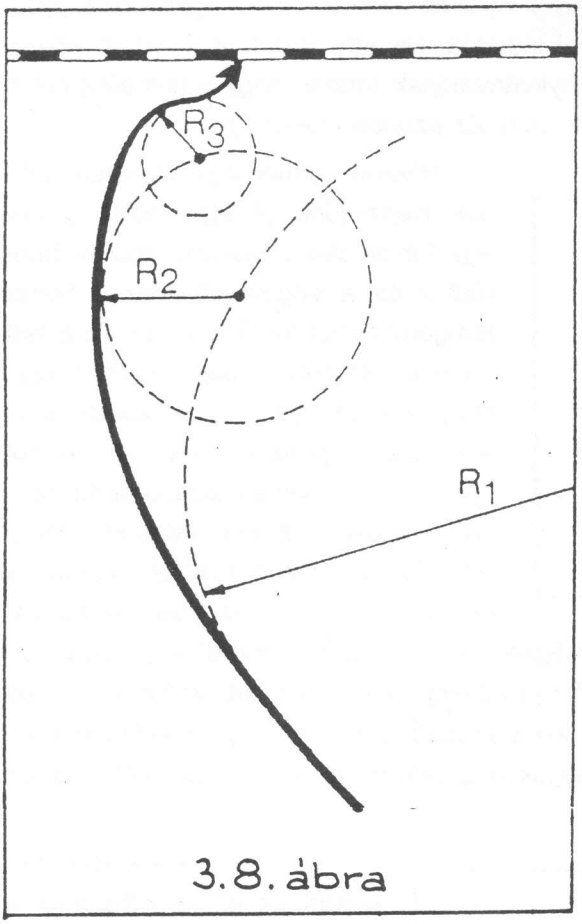
3.3.1. Különféle technikák

Az elrugaszkodás és a repülés végrehajtása és összehangolása nagy ügyességet kíván a sportolótól. Az évek során egyre bonyolultabb és hatékonyabb mozgásformák alakultak ki, s ezek sikeres végrehajtása igen apró mozzanatoktól függ. A 3.7. ábra a magasugrás legismertebb technikáit, az úgynevezett flop-, hasmánt- és az ollózó technikát szemlélteti. A magasugró versenyzők általában csak az utóbbi két ugrási technikát használják. Az



3.7. ábra

utolsó nagy eredmény, amelyet ollózva ugró atléta ért el, *Balázs Jolán* 1961. évi *191 cm*-es ugrása volt: ez tizenegy évig tartotta magát a világranglista első helyén.

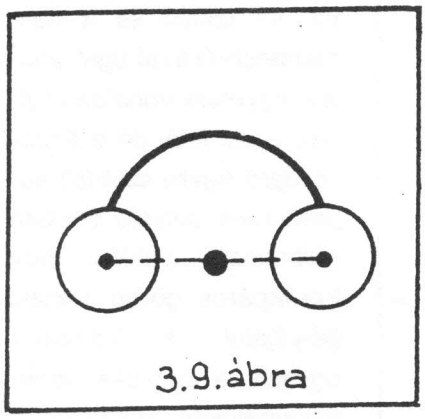


3.8. ábra

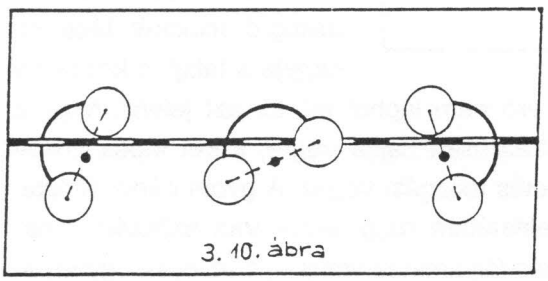
A léc feletti áthaladásnak jócskán különböző testhelyzetein kívül a flop nekifutása is számottevően különbözik a másik két technika lendületszerzésétől. Az ollózó és a hasmánttechnikával ugró atléták egyenes vonalban futnak a léc felé, de a flopozó ugró egyre szűkülő sugarú ívelt pályája sokban különbözik például egy kerékpáros görbe vonalú pályájától. A kerékpár ugyanis a mozgás során folyamatosan érintkezik a talajjal, s így a súrlódás folyamatosn biztosítja a görbe vonalú mozgáshoz szükséges befelé mutató centripetális erőt. Ellenben nekifutás közben a magasugró mindkét lába elhagyja a talajt, s közben a pálya középpontja felé irányuló erő nem léphet fel. Ez azt jelenti, hogy a sportoló az irányváltoztatást szakaszosan hajtja végre, s két lépés között majdnem egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. A gyors irányváltoztatáshoz azonban a talajfogás pilalnatában nagy erőre van szükség – nagyobbra, mintha ugyanez a mozgás folyamatos volna –, s ez csak úgy érhe-

tő el, ha a sportoló a kanyar íve felé dől (3.8. ábra). Ez a bedőlés azonban azzal is jár, hogy a súlypont magassága csökken. Így valószínű, hogy floptechnika ív alakú nekifutási pályájával a magasugrók igen természetesn módon tudják megvalósítani a felugrást megelőző süllyesztést.

A hasmánt- és floptechnika előnyei az ollóhoz képest egyszerű energetikai megfontolásokból azonnal láthatók. Ha egy testet át akarunk emelni egy léc fölött, első pillantásra nyilvánvalónak tetszik, hogy a test súlypontját szintén át kell emelnünk a léc fölött. Ez azonban nincs így.


3.9. ábra

Nézzünk ismét egy egyszerű példát! Képzeljünk el egy testet, amely egy félkör alakú, vékony, merev fémrúdból és a végein elhelyezett nehéz fémgömbökből áll (3.9. ábra). Ez a test könnyen átdobható egy léc fölött úgy, hogy súlypontja a mozgás során végig a léc alatt marad. Ezt a furcsa súlyzót ugyanis az elhajítás pillanatában hozzuk forgásba. Ekkor elképzelhető a 3.10. ábrán vázolt helyzet, amikor a test súlypontjának parabola pályája végig a léc alatt halad, s a léc mégsem esik le, mert a megfelelő módon indított forgás miatt az összekötő rúd mindig elkerüli a lécet. Voltaképpen ezt valósítják meg a Frosbury-technikával ugró sportolók. A léc fölött homorítva siklanak át, miközben testtömegük nagyobb része minden pillanatban a léc alatt marad (3.7. ábra).


3. 10. ábra

Érdekes, hogy a mérések szerint az atléta súlypontja a hasmánttechnikában is, bár a léchez közel, de mindig alatta helyezkedik el. Ellentétben ezzel, az ollózó technikát alkalmazó ugrók súlypontja mindig a léc fölött halad át.

Láthatjuk tehát, hogy a legnagyobb emelési munkára, illetőleg a legnagyobb helyzetienergia-növelésre az ollózó technikában van szükség, míg a másik két magasugrási mód energetikai szempontból tulajdonképpen egyenlő értékű.