

## HODNOCENÍ DYNAMICKÉ STABILIZACE KOLENNÍHO KLOUBU ŽEN POMOCÍ Y BALANCE TESTU

### EVALUATION OF DYNAMIC JOINT STABILITY IN WOMEN KNEE BY Y BALANCE TEST

L. Ryba, & Z. Sládková

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií, Katedra rehabilitačních oborů

---

#### Abstract

One of the many options for testing the dynamic stability of the knee joint is the Y Balance Test. Compared to other clinical tests, it excels in its practicability, simplicity and sensitivity to the possible risk of injury. The limit of possible risk of injury is 90 % according to the composite score calculated from the maximum reach in the monitored directions (anterior, posteromedial and posterolateral). Our results show that this test can be applied in any environment where we provide a plane in the directions above. The average composite score of the group monitored by us exceeded the limit of 90 %, specifically at  $\bar{x} = 94.12$  %. No difference was found between dominant and non-dominant limb testing, right and left side, or anamnestic data on contraceptive use. A more significant difference was found when comparing the averages of athletic and non-athletic probands, which indicates the importance of neuromuscular training to ensure dynamic knee stability.

**Keywords:** dynamic stability; knee joint; injury prevention; clinical test; Y balance test

#### Souhrn

Jednou z řady možností testování dynamické stability kolenního kloubu je Y Balance Test. Ve srovnání s dalšími klinickými testy vyniká svojí jednoduchou proveditelností, nenáročností a citlivostí na možné riziko poranění. Hranicí vzniku možného rizika poranění je 90 % dle kompozitního skóre vypočteného z maximálního dosahu ve sledovaných směrech (anteriorním, posteromediálním a posterolaterálním). Z našich výsledků vyplývá, že lze tento test aplikovat v jakémkoliv prostředí, kde zajistíme rovinu ve výše zmíněných směrech. Průměrné kompozitní skóre námi sledované skupiny překročilo hranici 90 %, konkrétně na  $\bar{x} = 94,12$  %. Nebyl nalezen rozdíl mezi testováním dominantní a nedominantní končetiny, pravou a levou stranou ani při srovnání anamnestickými údaji o užívání antikoncepce. Významnější rozdíl byl nalezen při porovnání průměrů sportujících a nesportujících probandek, což ukazuje na významnost neuromuskulárního tréninku pro zajištění dynamické stability kolene.

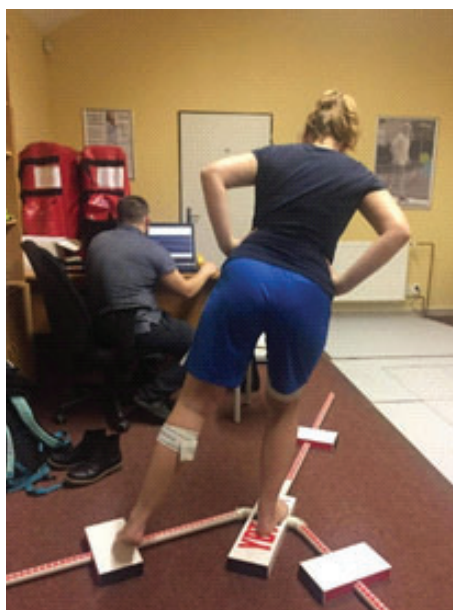
**Klíčová slova:** dynamická stabilita; kolenní kloub; prevence zranění; klinický test; Y balance test

---

#### Úvod

Schopnost odolat vnějším i vnitřním vlivům působícím během zátěže se nazývá dynamická stabilita. K dynamické stabilitě kloubů patří veškeré neuromuskulární vztahy a kvalita pasivních struktur. Společně pak regulují zatížení, které pochází, jak z okolního prostředí, tak ze svalů v okolí kloubů (Flaxman, Smith, & Benoit, 2014). Za nejvíce problematickou označují autoři sníženou svalovou sílu m. quadriceps femoris, m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus. Dalšími faktory jsou snížená propriocepce v kolenním kloubu u žen, zvýšená laxicity vaziva u žen, tendence kolenních kloubů do valgozity mnoho dalších. Vlivem snížené propriocepce pak dochází k nedostatečné dynamické stabilizaci kolenního kloubu. (Russell, Palmieri, Zinder, & Ingersoll, 2006) (Flaxman et al., 2014) (Hewett, Lindenfeld, Riccobene, & Noyes, 1999). Testování schopnosti dynamické stabilizace vede k možnosti klasifikace kvality účastníků se systémů, ale i k predikci možnosti vzniku poranění. Mož-

nostmi testování jsou dnes standardizované klinické testy (Single Leg Hop Test for Distance, Single-Legged Drop-Jump Landing Test, Star balance test a testy které z něho vycházejí např. Y balance test) a nejrůznější paraklinické metody (př. posturografie, footscan, tenzometrické desky). Y Balance Test je jednoduchý, spolehlivý test používaný k sledování dynamické stability. Tento nástroj je součástí Functional Movement System. Byl vyvinut za účelem standardizace modifikovaného Star Excursion Balance Test. Y Balance Test se skládá z platformy, ke které jsou připojeny tři kusy trubek PVC v anteriorním, posteromediálním a posterolaterálním směru. Přední trubka svírá s každou ze zadních trubek úhel  $135^\circ$ . Mezi zadními trubkami je úhel o velikosti  $45^\circ$ . Na každé trubce je měřítko, kdy nejmenší díl měří 0,5 cm. Testovaný má balancovat na jedné dolní končetině, zatímco chodidlem druhostranné končetiny tlačí pohyblivý blok tak, aby dosáhl v každém ze třech směrů (anteriorním, posterolaterálním a posteromediálním) co nejdále od středu (Obrázek 1.).



Obrázek 1./ Figure 1.

*Udržování rovnováhy během provádění Y balance testu./ Maintaining a balance during Y balance test.*

### Metodika

Sledování probíhalo v prostoru Centra zdraví FZS, ZČU na rovné podlaze překontrolované ve všech směrech pomocí vodováhy. Zúčastnilo celkem 20 žen ve věku 20–25 let ( $\bar{x} = 21,65$  let). Celkem 12 z 20 se minimálně  $2 \times$  týdně po dobu 60 min věnuje pohybové aktivitě. Pro 17 zúčastněných byla dominantní dolní končetinou pravá pro 3 levá. Antikoncepce byla užívána osmi ženami. S každou testovanou byl podrobně prodiskutován průběh testu. Pomocí křesťovského metru byla orientačně přeměřena délka dolních končetin, která se u probandek pohybovala v rozsahu 81–96 cm ( $\bar{x} = 87,8$ ). Dominance dolní končetiny byla stanovena testem postrčení. Probanda vyplnil krátký anamnestický dotazník k vyloučení obtíží, které by mohli ovlivnit měření, a k zjištění míry pohybové aktivity či užívání farmak. Nakonec byl podepsán informovaný souhlas s testováním. Každému oficiálnímu pokusu předcházela pretest, který měl eliminovat možnou nedostatečnou zkušenost s provedením pohybu. Testovaná měla za úkol balancovat nejprve na jedné a poté na druhé dolní končetině s horními končetinami v bok, zatímco chodidlem druhostranné končetiny tlačila pohyblivý blok tak, aby dosáhla v každém ze třech směrů (anteriorním, posterolaterálním a posteromediálním) co nejdále od středu (Obrázek 1.). Po dokončení pohybu zůstal blok na naměřené hodnotě. Tato hodnota v cm byla zaznamenána (test byl vzhledem k možnosti ve variabilitě provedení zopakován celkem dvakrát). Po třetím pokusu ve všech třech směrech bylo propočítáno kompozitní skóre, jež je součtem tří směrů dosahu a normalizací výsledků na délku dolní končetiny v cm. Výsledek v procentech (%) byl dále porovnáván s anamnestickými údaji a výsledky autorů zabývajících se tématikou stability kolenního kloubu. Pro hodnocení kvality stabilizace byla stanovena hranice 90 %. (Sládková, 2020)

## Výsledky

Průměr ( $\bar{x}$ ) kompozitního skóre všech testovaných byl  $\bar{x} = 94,26 \%$ , kdy pro levou dolní končetinu (LDK) je  $\bar{x} = 94,12 \%$  ( $\bar{x}_{max} = 95,89 \%$ ;  $\bar{x}_{min} = 91,79 \%$ ;  $\bar{x}$  rozptyl =  $4,11 \%$ ) a pro pravou dolní končetinu (PDK)  $\bar{x} = 94,46 \%$  ( $\bar{x}_{max} = 96,97 \%$ ;  $\bar{x}_{min} = 91,73 \%$ ;  $\bar{x}$  rozptyl =  $5,24 \%$ ). Nejlepší výsledek pro PDK  $104,12 \%$  pro LDK  $105,75 \%$ . Nejhorší výsledek pro LDK  $81,11 \%$  a pro PDK  $76,03 \%$ . V maximálních naměřených hodnotách ze všech třech pokusů klesli tři probandky na LDK i PDK pod hranici  $90 \%$ . V minimálních naměřených hodnotách stoupl počet výsledků pod  $90 \%$  na 4 (LDK) a 7 (PDK). Nejhorších výsledků dosahovali probandky v prvním pokusu ze třech měření, a to v četnosti 14/20 pro PDK i LDK. Šest probandek nedosáhlo při prvním pokusu LDK na hranici  $90 \%$  u PDK sedm. Maximální zjištěný rozdíl mezi prvním, druhým a třetím pokusem byl pro LDK  $7,61 \%$  nejmenší  $0,74 \%$  s  $\bar{x} = 4,11 \%$  pro PDK byl největší rozptyl mezi pokusy  $10,14 \%$  nejmenší  $2,35 \%$  s  $\bar{x} = 5,24 \%$ .

Celkem 8 z 20 testovaných užívalo hormonální antikoncepci. Užívání hormonální antikoncepce nemělo přímý vliv na dynamickou stabilitu kolenního kloubu. Průměr kompozitního skóre těchto testovaných je na PDK  $\bar{x} = 95,99$  a LDK  $\bar{x} = 96,29$ , zatímco u probandek, které antikoncepci neberou je na PDK  $\bar{x} = 92,67$  a LDK  $\bar{x} = 92,67$ . I přes rozdíl ve výsledku vidíme, že všechny průměrné hodnoty překročily normu  $90 \%$ .

Pravidelná pohybová aktivita alespoň  $2 \times$  v týdnu 60 min vede k lepší dynamické stabilizaci testované Y balance testem. Průměrnou hodnotou dvanácti testovaných, které se pohybové aktivitě věnují je na PDK  $\bar{x} = 95,75 \%$  na LDK  $\bar{x} = 94,38 \%$  zatímco u probandek, které sport aktivně neprovozují je na PDK  $\bar{x} = 92,53 \%$  a LDK  $\bar{x} = 93,72 \%$ . Všechny průměrné hodnoty překročily normu  $90 \%$ . Celkem 3 z 12 testovaných, které se věnují sportu, se dostali pod hranici  $90 \%$  kompozitního skóre Y Balance Testu z toho dvě na obou dolních končetinách. Pokud bychom se zabývali jen minimálními naměřenými hodnotami počet probandek pod hranicí  $90 \%$  se zvýší na 4 u LDK i PDK.

U poloviny testovaných byla v průměru lepší dominantní končetina a u poloviny byla lepší končetina nedominantní.

## Diskuze

Počet sportujících žen neustále stoupá. S tím stoupá také incidence poranění měkkého kolene u žen. Incidence traumatického poranění je  $4-6 \times$  větší u žen než u mužů (Flaxman et al., 2013). Problematický je především fakt, že kolenní kloub je během fyzické aktivity vystaven vysokým silám a velkým rozsahům pohybu. Vliv na navyšující se počet poranění mohou mít také anatomické, hormonální a neuromuskulární rozdíly mezi pohlavími (svalová síla, kvalita propriocepce, reakční schopnost) nebo kvalita kočinku (Hewett et al., 1999). Nejčastějším mechanismem poranění měkkého kolene je doskok nebo prudká změna směru, kdy je koleno nejnáchylnější k poranění (Russell et al., 2006). Schopnost odolat nefyziologickým pohybům se nazývá dynamická stabilita. K dynamické stabilitě kloubů také patří pasivní omezení měkkými strukturami a zatížení, které pochází ze svalů v okolí kloubů a z okolního prostředí. (Flaxman et al., 2014) Testů na zjišťování stability kolenního kloubu lze najít v literatuře relativně velké množství. Ne všechny jsou, ale dostatečně spolehlivé, specifické a časově nenáročné. Takovým testem se zdá být právě Y balance test. Nejen, že se YBT ukázal jako spolehlivý test, který operuje kromě balancování a délky dosahu i s délkou končetiny, ale lze najít studie, jež ho po výpočtu kompozitního skóre potvrzují jako citlivý ukazatel rizika zranění (Chimera, Smith, & Warren, 2015), (Lee, Kang, Lee, & Oh, 2015). V rámci preventivního testování, tak může nahradit složitější star balance test, od jehož výsledků je odvozena i námi stanovená hranice  $90 \%$ . Tato hranice vyplynula ze studie (Butler, Lehr, Fink, Kiesel, & Plisky, 2013). Zde, autoři uvádějí jako mezní hodnotu výsledku Star Excursion Balance Testu  $86,9 \%$  a zároveň dodávají, že se u testovaných, kteří v naměřených hodnotách klesly pod  $89,6 \%$  objevily zranění 3,5krát častěji. (Butler et al., 2013) Hodnotu  $89,6 \%$  jsme pro naše účely zaokrouhlili na  $90 \%$  s očekáváním, že se výsledky budou pohybovat okolo této hranice a také s odůvodněním, že ženský kolenní kloub spoléhá více než mužský na pasivní struktury jako jsou ligamenta, tím pádem bude mít horší dynamickou stabilizaci, než je tomu u kolenního kloubu mužů. (Mayer & Smékal, 2004)

Průměrné kompozitní skóre Y balance testu vyšlo  $94,26 \%$ , tedy o  $4,26 \%$  lépe, než byl stanovený limit. Kdybychom se však podívali na každou testovanou, jako na samostatný subjekt, tak by ne všechny hranici  $90 \%$  svým průměrem překonali. Některé testované se během měření nedostali přes danou hranici ani jednou. Nejhorše na tom byly účastnice s číslem 3, 12 a 20. Testované s číslem 3 a

12 se nedostali přes hranici 90 % ani při jednom pokusu. Testovaná s číslem 20 se ani jednou přes hranici nedostala na levé dolní končetině, která je její dominantní. Ve vztahu k pokusům dosahovali probandky nejhorších výsledků v prvním pokusu ze třech měření v četnosti 14/20 pro PDK i LDK. Tzn. ani pretest/zkouška před zahájením měření nepomohl k tomu, aby dosáhly nejlepšího výsledku tento fakt se objevil jen u 3 probandek na LDK a u 2 probandek na PDK. Nejlepších výsledků dosahovaly klientky u druhých a třetích pokusů, což lze vysvětlit menší připraveností/ nižší aktivační úrovní centrální nervové soustavy, které se může objevovat u všech koordinačně a rychlostně náročných úkolů (Benešová, 2012). Potvrzením této teze může být i to, že u všech klientek s nejlepším prvním pokusem na levé dolní končetině byl rozptyl mezi minimem a maximem menší než 2 % a na pravé dolní končetině menší než 7 %, s celkovými výsledky vždy lepšími než 90 %.

Pravidelná pohybová aktivita alespoň 2× v týdne 60 min vede k lepší dynamické stabilizaci testované Y balance testem. Průměrnou hodnotou dvanácti testovaných věnujících se pohybové aktivitě je na PDK  $\bar{x} = 95,75$  % na LDK  $\bar{x} = 94,38$  % zatímco u probandek, které sport aktivně neprovozují je na PDK  $\bar{x} = 92,53$  % a LDK  $\bar{x} = 93,72$  %. Všechny průměrné hodnoty překročili normu 90 %. Celkem 3 z 12 testovaných, které se věnují sportu, se dostali pod hranici 90 % kompozitního skóre Y Balance Testu z toho dvě na obou dolních končetinách. Pokud bychom se zabývali jen minimálními naměřenými hodnotami počet probandek pod hranicí 90 % se zvýší na 4 u LDK i PDK. Vztahem dynamické stabilizace a sportu se zabývali (Baghbani, Woodhouse, & Gaeini, 2016). Ve své studii porovnávali dynamickou stabilizaci u sportujících a nesportujících mladých žen po zátěži. K hodnocení využili Star Balance Excursion Test. Test byl měřen před a po zátěži. Výsledky potvrdily lepší úroveň dynamické stabilizace u žen, které se pravidelně věnují sportovní aktivitě (Baghbani et al., 2016). Takový výsledek vyšel i nám, jen ne s tak markantními rozdíly.

Při dalším testování by přicházelo v úvahu zařadit prvky některých z fyzioterapeutických metodik používaných pro zlepšení dynamické stabilizace například senzomotorickou stimulaci nebo specifickou sestavu cviků. V případě dlouhodobějšího sledování, například u ženského sportovního týmu, by bylo výhodné pracovat s již zmiňovanou hranicí 90 % kompozitního skóre Y Balance Testu a výsledky srovnávat se statistikou zranění.

Z preventivního hlediska by bylo možné srovnávat výsledky během přípravného závodního období. První testování by se provedlo na začátku přípravného období. S testovanými, které by klesly pod 90 %, by se individuálně zlepšovala dynamická stabilizace.

## **Závěr**

Zjištění výsledky potvrzují ambice Y balance testu vhodného klinického testu pro testování dynamické stability kolenního kloubu. Jeho hlavními výhodami se zdá být především možnost využití v terénních podmínkách a testování dynamické stability v uzavřeném kinetickém řetězci. Základním nedostatkem testu je, že neumožňuje testovat dynamickou stabilitu dopadu nebo doskoku, což bylo patrné i vzhledem k jeho koncepci ještě před začátkem testování. Doporučeníhodné se zdá být opakování jednotlivých pokusů při testování, neboť se probandům účastnících se testování nezdařilo, ani při účasti pretestu, dosahovat nejlepších výsledků během prvního pokusu testování. Hranice 90 % kompozitního skóre je v běžné populaci žen ve věku 20-25 let dobře tolerována a tím i poukazuje na možnost využití při testování rizik zranění ve sportovních oddílech, rehabilitaci, testování senzomotorických dovedností nebo v jakýchkoliv jiných odůvodněných případech.

## **Literatura**

- Baghbani, F., Woodhouse, L. J., & Gaeini, A. A. (2016). Dynamic Postural Control in Female Athletes and Nonathletes After a Whole-Body Fatigue Protocol. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1942–1947. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001275>
- Benešová, D. (2012). Aktivační úroveň v průběhu testu bimanuální koordinace. *Studia Kinantropologica*, 13(1), 12–19.
- Butler, R. J., Lehr, M. E., Fink, M. L., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2013). Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports health*, 5(5), 417–422. <https://doi.org/10.1177/1941738113498703>
- Flaxman, T. E., Smith, A. J. J., & Benoit, D. L. (2014). Sex-related differences in neuromuscular control: Implications for injury mechanisms or healthy stabilisation strategies?. *J. Orthop. Res.*, 32, 310–317. doi:10.1002/jor.22510

- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(6), 699–706. <https://doi.org/10.1177/03635465990270060301>
- Chimera, N. J., Smith, C. A., & Warren, M. (2015). Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of athletic training*, 50(5), 475–485. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.6.02>
- Lee, D. K., Kang, M. H., Lee, T. S., & Oh, J. S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian journal of physical therapy*, 19(3), 227–234. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096>
- Mayer, M., & Smékal D. (2004) Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 11(3), 11–16.
- Russell, K. A., Palmieri, R. M., Zinder, S. M., & Ingersoll, C. D. (2006). Sex differences in valgus knee angle during a single-leg drop jump. *Journal of athletic training*, 41(2), 166–171.
- Sládková, Z. (2020). *Princip dynamické stabilizace kolenního kloubu u žen*. (Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni, Česká Republika). Získáno z <https://portal.zcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>

**Mgr. Lukáš Ryba**  
**Západočeská univerzita v Plzni**  
**Fakulta zdravotnických studií**  
**Husova 664/11**  
**301 00 Plzeň**  
**rybal@kfe.zcu.cz**