

Význam pohybové aktivity u onkologických pacientů a její vliv na prevenci vzniku nádorových onemocnění

Radovan Vojtíšek¹, Jitka Švíglerová^{2,3}, Aleš Kroužek²

¹Onkologická a radioterapeutická klinika LF UK a FN Plzeň

²Ústav sportovní medicíny a aktivního zdraví, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni

³Ústav fyziologie, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni

Současný stav znalostí poměrně přesvědčivě dokazuje, že vyšší úroveň pohybové aktivity (PA) je jednoznačně spojena s nižším rizikem vzniku mnoha nádorových onemocnění. A naopak, nižší úroveň PA je spojena s vyšším rizikem jejich vzniku. Jakákoliv PA je také důležitou doplňkovou léčbou při léčbě nádorových onemocnění, mající vliv na celkové přežití pacientů. V tomto přehledovém článku je probrán mechanismus a vliv aktivního způsobu života na vznik a průběh nejčastěji se vyskytujících nádorových onemocnění. Všichni lékaři, a nejen onkologové, by měli podporovat všechny pacienty k minimalizaci času stráveného sedavým způsobem a ke zvýšení jejich PA.

Klíčová slova: pohybová aktivita, cvičení, nádorová onemocnění, sedavý způsob života.

The importance of physical activity in cancer patients and its influence on the prevention of cancer

The current state of knowledge quite convincingly proves that a higher level of physical activity is clearly associated with a lower risk of many cancers. Conversely, a lower level of physical activity is associated with a higher risk of their occurrence. Any physical activity is also an important adjunctive treatment in the treatment of cancer, affecting the overall survival of patients. This review article discusses the mechanism and influence of an active lifestyle on the origin and course of the most common cancers. All physicians, and not just oncologists, should support all patients to minimize sedentary time and increase their physical activity.

Key words: physical activity, exercises, cancers, sedentary lifestyle.

Úvod

Pohybovou aktivitu (PA) lze definovat jako jakoukoliv aktivitu využívající skeletální svaly a vyžadující více energie než vyžaduje odpočívání. Ta v sobě může zahrnovat jak provádění domácích prací, tak nejrůznější volnočasové aktivity, jakými jsou například chůze, různé druhy cvičení, cyklistika, turistika atd. Současný stav znalostí poměrně přesvědčivě dokazuje, že vyšší úroveň PA je jednoznačně spojena s nižším rizikem vzniku mnoha nádorových onemocnění

(1). A naopak, nižší úroveň PA je spojena s vyšším rizikem vzniku, a to nejen prostřednictvím obezity, ke které nižší energetický výdej často vede (2). Pro lidi obecně je velmi důležité, aby si udrželi rovnováhu mezi množstvím energie přijaté a mezi množstvím energie spotřebované, čehož lze nejnázev docílit právě PA. Kromě toho také vede PA ke zlepšení celkové zdatnosti pacientů a ke zmírnění symptomů spojených s jejich nádorovým onemocněním a jeho léčbou.

Mechanismus působení pohybové aktivity a sedavého způsobu života na vznik a průběh nádorových onemocnění

Zjednodušeně řečeno, opakem fyzicky aktivního způsobu života je sedavý způsob života. Ten lze opět poněkud zjednodušeně definovat jako dlouhý čas strávený sledováním televize (TV), prací s počítačem, sezením a poleháváním, a který je prokazatelným rizikovým faktorem pro vznik nejrůznějších chro-



KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA: MUDr. Radovan Vojtíšek, Ph.D., vojtisekr@fnplzen.cz
Onkologická a radioterapeutická klinika LF UK a FN Plzeň
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň

Cit. zkr: Onkologie 2021; 15(3): 131–135
Článek přijat redakcí: 28. 2. 2021
Článek přijat k publikaci: 3. 3. 2021

nických onemocnění, například již zmíněných nádorových onemocnění, kardiovaskulárních chorob, diabetu 2. typu, a také pro předčasné úmrtí (3). Nejčastější formou volnočasové sedavé aktivity (příležitější by však byl spíše pojem pasivity) je sledování TV, které je spojeno s horším přežíváním v obecné populaci (4). Lidé s převažujícím sedavým způsobem života mají vyšší sérové koncentrace inzulinu a inzulinu podobného růstového faktoru 1 (IGF-1; insulin-like growth factor-1) a naopak nižší sérové koncentrace proteinu vázajícího inzulin, a to vše bez ohledu na úroveň přidružené PA (5). Takovéto poměry jsou spojeny s rizikem vzniku nádorových onemocnění (6) a také s angiogenezí, nádorovým růstem a antiapoptotickou aktivitou (7). V několika studiích (8, 9) bylo popsáno, že spojení mezi sedavým způsobem života a rizikem vzniku nádorových onemocnění je nezávislé na PA. Jinými slovy, zvýšené riziko chorob spojených se sedavým způsobem života není umenšováno PA.

Jakým způsobem tedy může PA snižovat rizika vzniku nádorových onemocnění? Mechanismus účinku PA je nepochybně mnohostranný. Jedním z nich je účinek prostřednictvím inzulinu a IGF-1 (9). Pravidelné cvičení vede k nižším hodnotám sérového inzulinu a IGF-1 a ke zvýšeným hodnotám IGF vázajícího proteinu 1 in vivo a z toho resultující redukci proliferace a zvýšení apoptózy nádorových buněk in vitro (10). PA také snižuje inzulinovou rezistenci (12). Nezanedbatelný vliv má PA na prevenci obezity a jejích dopadů. Důsledkem obezity, kromě výše uvedené inzulinové rezistence, jsou alterované koncentrace adipocytokinů (proteiny tvořené adipocyty), které jsou spojeny se vznikem nádorových onemocnění (13). Pravidelným cvičením se jednak snižuje koncentrace prozánětlivých adipocytokinů, a také se zvyšuje koncentrace protizánětlivých cytokinů, což může ve svém důsledku ovlivňovat nádorovou incidenci a mortalitu (14). Zánětlivá odpověď také může hrát určitou úlohu při vzniku a progresi nádorových onemocnění (15). PA redukuje hladinu CRP (C-reaktivní protein) (16) a ovlivňuje hladiny cytokinů IL-2, IL-6, IL-8, TNF- α . A navíc, cvičením navozený pokles oxidativního stresu oddaluje vznik některých nádorových onemocnění, například karcinomu prostaty (17).

Dalšími možnými, byť málo prozkoumanými, mechanismy příznivého působení PA mohou být následující: uvolňování myokinů ze svalových buněk, tedy látek s předpokládaným protektivním účinkem na vznik nádorových onemocnění; alterace metabolismu žlučových kyselin, vedoucí k poklesu expozice gastrointestinálního traktu těmito potenciálním karcinogenům a snížení času průchodu potravy přes zažívací systém, což opět snižuje expozici gastrointestinálního traktu dalším možným karcinogenům (možný vliv na vznik kolorektálního karcinomu) (18); epigenetický vliv na DNA, vliv na hladiny heat shock proteinu, testosteronu, estrogenů a kortizolu.

Nelze opominout také velmi příznivý vliv na změnu v tělesné skladbě, zejména redukce abdominálního typu obezity, a aerobní funkční kapacity. Nepřímým důsledkem je také blahodárny účinek na náladu pacientů a nižší tendence kouřit.

Pohybová aktivita vs. sedavý způsob života u nejčastěji se vyskytujících nádorových onemocnění

Z předchozích odstavců plyne, že PA by měla mít příznivý vztah k prevenci a průběhu různých nádorových onemocnění. Důležité je opět zdůraznit, že ruku v ruce s PA v jakémkoliv její podobě by měla jít také redukce času stráveného sedavým způsobem života. Níže bude probrán vliv aktivního způsobu života na vznik a průběh nejčastěji se vyskytujících nádorových onemocnění.

Obecně platí, že jakákoliv PA je důležitou doplňkovou léčbou při léčbě nádorových onemocnění (19), a to nejen z toho důvodu, že zhoršené kardiovaskulární zdraví je spojené s vyšším rizikem úmrtí onkologických pacientů (20). Často používaná chemoterapie vede k úbytku svalové hmoty a ke snížení svalové síly pacientů (21). V tomto ohledu má cvičení význam v jeho příznivém efektu na svalovou sílu, a důležitý význam má také ve zlepšení tolerance k podávané chemoterapii (22). Ne zcela nezanedbatelným významem cvičení je jeho vliv na nižší riziko pádů u onkologických pacientů (23).

Karcinom prsu

PA jednoznačně snižuje riziko vzniku karcinomu prsu. V metaanalýze 31 prospektivních

studií z roku 2013 bylo zaznamenáno průměrné snížení rizika vzniku karcinomu prsu asociované s PA o 12 % (24). Snížení rizika se týká jak premenopauzálních, tak i postmenopauzálních žen, nicméně u postmenopauzálních žen je asociace silnější (25). Nižší riziko mají také ty ženy, které zvýší svou PA až po menopauze (27). Časná rehabilitace u pacientek po operaci karcinomu prsu je velmi důležitá, protože vede ke zlepšení rozsahu pohybu a funkce horních končetin a také ke zvýšení svalové síly (28). Cvičení také působí preventivně proti ztrátě kostní minerálové hustoty. Při jejím úbytku lze také pomocí jednoduchých silových cvičení dosáhnout jejího zvýšení (29). Pacientky, které středně cvičí (například chůze 3–5 hodin týdně průměrným tempem) po diagnóze karcinomu prsu, mají o 40–50 % nižší riziko recidivy, úmrtí na nádor, a úmrtí z jiné příčiny ve srovnání s méně aktivními pacientkami. Tento benefit je patrnější u hormonálně dependentních nádorů, což je zřejmě způsobeno vlivem PA na snížení sérové koncentrace ovariálních hormonů (30).

Karcinom prostaty

Zvýšená PA je spojována také s nižším rizikem vzniku karcinomu prostaty, což bylo potvrzeno v rozsáhlé metaanalýze z roku 2011 (31). U mužů s již diagnostikovaným karcinomem prostaty má PA příznivé účinky, a to nejen na zmírnění únavy a zlepšení celkové kvality života (32).

Bonn et al. (33) se ve své práci snažili zjistit, jaký efekt má PA po diagnóze lokalizovaného karcinomu prostaty, a to jak na celkovou, tak na nádorově specifickou mortalitu. Každé zkoumané rekreační aktivitě byla přiřazena hodnota metabolického ekvivalentu (MET; metabolic equivalent task) a to podle hodnot MET uvedených v „Kompendiu fyzických aktivit“ (34), tedy chůze a jízda na kole 3,6, domácí práce 2,5 a cvičení 5,5. Časy strávené těmito aktivitami byly také vynásobeny hodnotou MET a výsledkem byla hodnota MET-hod./den z rekreačních aktivit. Statisticky významně nižší celková mortalita byla zjištěna u mužů provádějících ≥ 5 rekreačních MET-hod./den (HR 0,63; 95 % CI 0,52–0,77), chůzi nebo jízdu na kole ≥ 20 minut denně (hazard ratio [HR] 0,70; 95 % confidence interval [CI] 0,57–0,86), provádějících domácí práce ≥ 1 hodinu denně (HR 0,71;

95 % CI 0,59–0,86) a cvičících ≥ 1 hodinu týdně (HR 0,74; 95 % CI 0,61–0,90), ve srovnání s méně aktivními muži v rámci každé uvedené rekreační aktivity. Co se týká nádorově specifické mortality, tak ta statisticky signifikantně nižší byla zaznamenána pouze u mužů provádějících chůzi nebo cyklistiku ≥ 20 minut denně (HR 0,61; 95 % CI 0,43–0,87) a cvičení ≥ 1 hodinu týdně (HR 0,68; 95 % CI 0,48–0,94).

Výsledky jsou ve shodě s podobnými studiemi týkajícími se významu PA u pacientů s karcinomem prostaty. Kenfield et al. (35) zkoumali také pacienty s nemetastatickým karcinomem prostaty. Ti, kteří byli intenzivně fyzicky aktivní (intenzivní aktivita ≥ 3 hodiny týdně) po diagnóze, měli snížené riziko nádorově specifické mortality o 61 % ve srovnání s méně aktivními muži, tzn. těmi, kteří byli aktivní < 1 hodinu týdně (HR 0,39; 95 % CI 0,18–0,84). V práci Richmana et al. (36) bylo popsáno, že muži chodící rázně ≥ 3 hodiny týdně měli o 57 % nižší počet nádorových progresí než muži, chodící pomaleji a kratší dobu (HR 0,43; 95 % CI 0,21–0,91). Svižná chůze byla také asociována s 48 % poklesem nádorových progresí ve srovnání s chůzí v pohodovém tempu, a to nezávisle na jejím trvání (HR 0,52; 95 % CI 0,29–0,91).

Kolorektální karcinom

Asi nejvíce studovaným nádorem ve vztahu k PA je kolorektální karcinom (37). Jeho incidence je prokazatelně nižší u fyzicky aktivnějších lidí než u těch méně aktivních (38, 39). Stejně tak vede PA k nižšímu riziku vzniku adenomových polypů, které jsou prekancerózou kolorektálního karcinomu (40). V metaanalýze 52 epidemiologických studií, které zkoumali vztah mezi PA a vznikem kolorektálního karcinomu, bylo zjištěno, že nejvíce aktivní lidé měli snížené riziko vzniku nádoru o 24 % ve srovnání s těmi, kteří byli nejméně aktivní (41). Metaanalýza týkající se volnočasové PA (která byla definována jako aktivita prováděná podle individuálního uvážení s cílem zlepšit anebo zachovat stávající kondici nebo zdraví) 12 prospektivních studií popsala snížení rizika vzniku kolorektálního karcinomu o 16 %, pokud se srovnávali jedinci nejvíce aktivní s jedinci nejméně aktivními (42).

Vztah mezi volnočasovými aktivitami (např. tenis, golf, cyklistika, plavání, zahrádničení, rychlá chůze, tanec, aerobik, jogging)

a sledováním TV na jedné straně, a celkovou a nádorově specifickou mortalitou na straně druhé, u pacientů s kolorektálním karcinomem, zkoumali Arem et al. (9). Jejich zkoumání se týkalo jak doby před diagnózou, tak po diagnóze kolorektálního karcinomu. Přeživší pacienti, kteří reportovali ≥ 7 hodin volnočasových aktivit týdně, měli o 20 % nižší riziko celkové mortality ve srovnání s pacienty bez volnočasové aktivity (HR 0,80; 95 % CI 0,68–0,95; $p = 0,021$). Volnočasová aktivita po diagnóze trvající ≥ 7 hodin týdně, ve srovnání s žádnou aktivitou, byla spojena s 31 % snížením celkové mortality (HR 0,69; 95 % CI 0,49–0,98; $p = 0,006$), a to bez ohledu na množství aktivity před diagnózou. Ti, kteří reportovali dobu strávenou u TV ≥ 5 hodin denně před diagnózou, ve srovnání s těmi, kteří tam trávili 0–2 hodiny denně, měli o 22 % zvýšené riziko celkové mortality (HR 1,22; 95 % CI 1,06–1,41; $p = 0,002$). Častější sledování TV po diagnóze je spojeno s nesignifikantním 25 % zvýšením rizika celkové mortality (HR 1,25; 95 % CI 0,93–1,67; $p = 0,126$). Po léčbě vedla volnočasová aktivita trvající ≥ 1 hodinu týdně a zároveň sledování TV 0–2 hodiny denně k 29 % snížení rizika celkové mortality než volnočasová aktivita trvající méně než 1 hodinu týdně a sledování TV ≥ 2 hodiny denně.

V jiné studii, Campbell et al. (43) porovnávali pacienty s kolorektálním karcinomem ve vztahu k době strávené sezením. Ti, kteří trávili ≥ 6 hodin denně sezením v době před diagnózou, měli o 36 % zvýšené riziko celkové mortality ve srovnání s těmi, kteří takto trávili < 3 hodiny denně (RR 1,36; 95 % CI 1,10–1,68). Po diagnóze bylo toto porovnání spojeno s 27 % zvýšením rizika celkové mortality (RR 1,27; 95 % CI 0,99–1,64).

Další nádorová onemocnění

Nádorové onemocnění, jehož etiopatogeneze je velmi těsně spjata s PA, je endometriální karcinom. V metaanalýze 33 studií z roku 2015 bylo popsáno průměrné 20 % snížení rizika vzniku endometriálního karcinomu u žen s vysokou mírou PA, ve srovnání s ženami s nízkou úrovní PA (44). PA má také pochopitelně velmi významný vliv na snížení obezity, která je obecně známým rizikovým faktorem endometriálního karcinomu (45). U pacientů s nádory hlavy a krku zmírňuje

jakákoliv PA symptomy těchto onemocnění a má také vliv na zlepšení BMI, zvýšení svalové síly a lepší kvalitu života (46). Předoperační cvičení významně snižuje délku hospitalizace po resekci plicních karcinomů (46). Ta může být také zkrácena tím, že vlivem dechových cvičení po operaci dochází ke snížení incidence pooperačních pneumonií a atelektáz, které jsou způsobeny snížením ventilačního objemu, plicní kapacity, aktivity bránice a sníženou funkcí respiračních svalů (47). Volnočasové aktivity jsou rovněž prokazatelně spojeny s redukcí rizika vzniku karcinomu jícnu, hepatocelulárního karcinomu, karcinomu žaludeční kardie, karcinomu ledvin, myeloidní leukemie, nádorů hlavy a krku a močového měchýře (42).

Význam pohybové aktivity u pacientů po onkologické léčbě

Několik důkazů o významu PA po onkologické léčbě bylo již podáno v předchozích odstavcích. Většina z nich pochází od pacientů s nádory prsu, prostaty a kolorektálním karcinomem (49). V obecné rovině má PA příznivé účinky jak na celkové vnímání kvality života spojené se zdravím, tak na sebeúctu k vlastnímu tělu, emoční pohodu, sexualitu, poruchy spánku, sociální fungování, mentální zdraví, úzkost, únavy a bolesti (50). Všechny tyto aspekty mohou být, a nezdá se, také bývají, značně ovlivněny probíhající léčbou, anebo vzniklými následky onkologické léčby. Jak snížená PA v průběhu léčby, tak i některé vedlejší účinky onkologické léčby mohou přispívat k nabírání váhy po léčbě, což také může být spojeno s horším přežitím (51). PA je tedy jednoznačně spojena s lepšími nádorově specifickými léčebnými výsledky u mnoha nádorových onemocnění (19). Je dobré také zdůraznit význam velmi populárního cvičení jógy, které v sobě kombinuje PA, dechová cvičení a meditaci, a jejíž cvičení v průběhu léčby vede například u pacientek s nádorem prsu ke zlepšení kvality života, snížení únavy a redukcí spánkových problémů, deprese a úzkosti (52).

Lze definovat doporučené minimální množství pohybové aktivity?

Na úplný závěr je potřeba si položit otázku, kolik PA, a jaké formě, je doporučováno k po-

sílení celkového zdraví, a tedy také pro snížení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění, anebo pro snížení rizika progresu nádorových onemocnění. Pochopitelně je možné lakonicky, avšak zcela pravdivě, konstatovat, že je lepší provádět jakoukoliv PA než žádnou, a že čas strávený sezením by měl být pouze tak krátký, jak jen je možné. Nicméně si dovolím raději citovat doporučení „The U.S. Department of Health and Human Services 2018 Physical Activity Guidelines for Americans“ (52): dospělí by se měli věnovat minimálně 150 minut středně intenzivní aerobní PA (jízda na kole, plavání, zahradničení, venčení psů), 75 minut energické aerobní PA (typicky běh), anebo ekvivalentní kombinaci obou způsobů, a to každý týden. Aerobní PA by měla být prováděna v epizodách o minimální délce trvání 10 minut, preferováno je rozložení do celého týdne. Součástí PA by také měly být aktivity posilující svaly (posilování s vlastní vahou, cvičení v posilovně), a to minimálně 2 dny v týdnu. Pro děti a dospívající je doporučeno minimálně 60 minut fyzické aktivity denně. Většinu by měla tvořit středně intenzivní nebo energická aerobní PA, a měla by zahrnovat energickou PA minimálně 3 dny v týdnu. Součástí denních PA by také měla být aktivita posilující svaly, opět minimálně 3 dny v týdnu.

LITERATURA

- Clinton SK, Giovannucci EL, Hursting SD. The World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research Third Expert Report on Diet, Nutrition, Physical Activity, and Cancer: Impact and Future Directions. *J Nutr.* 2020; 150(4): 663–671.
- Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, et al. International Agency for Research on Cancer Handbook Working Group. Body Fatness and Cancer-Viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med.* 2016; 375(8): 794–798.
- Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2015; 162(2): 123–132.
- Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010; 38(3): 105–113.
- Ford ES, Li C, Zhao G, et al. Sedentary behavior, physical activity, and concentrations of insulin among US adults. *Metabolism.* 2010; 59(9): 1268–1275.
- Kaaks R, Toniolo P, Akhmedkhanov A, et al. Serum C-peptide, insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF-binding proteins, and colorectal cancer risk in women. *J Natl Cancer Inst.* 2000; 92: 1592–1600.
- Sandhu MS, Dunger DB, Giovannucci EL. Insulin, insulin-like growth factor-I (IGF-I), IGF binding proteins, their biologic interactions, and colorectal cancer. *J Natl Cancer Inst.* 2002; 94: 972–980.
- Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised

V rámci jakýchkoliv PA je vhodné dodržovat základní obecně platná pravidla. Intenzita a náročnost PA by měla být přizpůsobena předchozímu stupni tréninku. Také je nutné respektovat omezení plynoucí jak ze základního onkologického onemocnění, tak také z jiných interních chorob či onemocnění pohybového aparátu. Nikdy není vhodné překonávat bolest a nelze zapomínat na pravidelný pitný režim, racionální stravu a dostatek spánku. Náročnější PA, zejména u nezkušených pacientů, je vhodné provádět pod odborným dozorem.

Je potřeba si ještě uvědomit, že hodně PA může také vést k delšímu času strávenému sezením jako odpověď na větší únavu po náročné aktivitě, a tedy k jakési atenuaci příznivých účinků PA. Kupříkladu, ve výše uvedené studii Arema et al. neměla PA protektivní účinek, byla-li spojena se sledováním TV ≥ 3 hodiny denně (9).

I přes to, že data z mnoha observačních studií nám poskytují mnohá vodítka o vztahu PA a riziku vzniku nádorových onemocnění, otázka kauzality zůstává stále nezodpovězena. Není tedy možné s jistotou napsat, že pohybová inaktivita může způsobovat vznik nádorových onemocnění, anebo chcete-li, že PA nás může ochránit před vznikem nádorových onemocnění. Je to mimo jiné z toho důvodu, že lidé, kteří nejsou pohybově aktiv-

ní, se mohou lišit od pohybově aktivních lidí v mnoha dalších ohledech životního stylu, které mají také vliv na riziko vzniku nádorových onemocnění (např. kouření, nezdravá strava atd.). Pokud bychom přistoupili na teorii o příčinné souvislosti, anebo pokud bude tato souvislost v budoucnu jednoznačně prokázána, stále však nevíme, jaká je optimální intenzita, trvání a frekvence PA potřebné ke snížení rizika vzniku nádorových onemocnění, a to jak obecně, tak pro specifické nádorové lokality. Liší se vztah mezi PA a nádory v populacích, které mají vyšší zastoupené inaktivních a/nebo obézních lidí ve srovnání s všeobecnou populací? Profitují z PA také lidé s genetickou predispozicí k nádorovým onemocněním? Nevíme. Někteří onkologičtí pacienti mohou také snížit svou PA kvůli horšímu stavu své nemoci, a to pak může vytvořit falešnou představu o souvislosti mezi nižší úrovní PA a kratším přežitím.

Závěr

PA má velmi příznivý vztah k prevenci a průběhu mnoha nádorových onemocnění. Všichni lékaři, a nejen onkologové, by tedy měli podporovat všechny pacienty (nejen) po onkologické diagnóze k minimalizaci času stráveného sedavým způsobem a ke zvýšení své PA.

- meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet* 2016; 388(10051): 1302–1310.
- Arem H, Pfeiffer RM, Engels EA, et al. Pre- and postdiagnosis physical activity, television viewing, and mortality among patients with colorectal cancer in the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study. *J Clin Oncol.* 2015; 33(2): 180–188.
- McTiernan A. Mechanisms linking physical activity with cancer. *Nat Rev Cancer.* 2008; 8(3): 205–211.
- Barnard RJ, Leung PS, Aronson WJ, et al. A mechanism to explain how regular exercise might reduce the risk for clinical prostate cancer. *Eur J Cancer Prev.* 2007 Oct; 16(5): 415–21.
- Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1991; 325(3): 147–152.
- Roberts DL, Dive C, Renehan AG. Biological mechanisms linking obesity and cancer risk: new perspectives. *Annu Rev Med.* 2010; 61: 301–316.
- Je Y, Jeon JY, Giovannucci EL, Meyerhardt JA. Association between physical activity and mortality in colorectal cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cancer.* 2013; 133(8): 1905–1913.
- Sutcliffe S, Platz EA. Inflammation in the etiology of prostate cancer: an epidemiologic perspective. *Urol Oncol.* 2007; 25(3): 242–249.
- Galvão DA, Taaffe DR, Spry N, et al. Combined resistance and aerobic exercise program reverses muscle loss in men undergoing androgen suppression therapy for prostate can-

- cer without bone metastases: a randomized controlled trial. *J Clin Oncol.* 2010; 28(2): 340–347.
- Rebillard A, Lefevre-Orfila L, Guerit J, Cillard J. Prostate cancer and physical activity: adaptive response to oxidative stress. *Free Radic Biol Med.* 2013; 60: 115–124.
- Wertheim BC, Martínez ME, Ashbeck EL, et al. Physical activity as a determinant of fecal bile acid levels. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2009; 18(5): 1591–1598.
- Arem H, Moore SC, Park Y, et al. Physical activity and cancer-specific mortality in the NIH-AARP Diet and Health Study cohort. *Int J Cancer.* 2014; 135(2): 423–4231.
- Gerritsen JK, Vincent AJ. Exercise improves quality of life in patients with cancer: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2016; 50(13): 796–803.
- Jensen MT, Holtermann A, Bay H, Gyntelberg F. Cardio-respiratory fitness and death from cancer: a 42-year follow-up from the Copenhagen Male Study. *Br J Sports Med.* 2017; 51(18): 1364–1369.
- Sweegers MG, Altenburg TM, Brug J, et al. Effects and moderators of exercise on muscle strength, muscle function and aerobic fitness in patients with cancer: a meta-analysis of individual patient data. *Br J Sports Med.* 2019; 53(13): 812.
- Bland KA, Zdravcevic K, Landry T, et al. Impact of exercise on chemotherapy completion rate: A systematic review of the evidence and recommendations for future exercise oncology research. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2019; 136: 79–85.
- Williams AD, Bird ML, Hardcastle SG, et al. Exercise for reducing falls in people living with and beyond cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 10(10): CD011687.

25. Wu Y, Zhang D, Kang S. Physical activity and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Breast Cancer Res Treat.* 2013; 137(3): 869–882.
26. Eliassen AH, Hankinson SE, Rosner B, et al. Physical activity and risk of breast cancer among postmenopausal women. *Arch Intern Med.* 2010 Oct 25; 170(19): 1758–1764.
27. Fournier A, Dos Santos G, Guillas G, et al. Recent recreational physical activity and breast cancer risk in postmenopausal women in the E3N cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2014 Sep; 23(9): 1893–902.
28. Ribeiro IL, Moreira RFC, Ferrari AV, et al. Effectiveness of early rehabilitation on range of motion, muscle strength and arm function after breast cancer surgery: a systematic review of randomized controlled trials. *Clin Rehabil.* 2019 Dec; 33(12): 1876–1886.
29. Winters-Stone KM, Dobek J, Nail LM, et al. Impact + resistance training improves bone health and body composition in prematurely menopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2013 May; 24(5): 1637–46.
30. Holmes MD, Chen WY, Feskanich D, et al. Physical activity and survival after breast cancer diagnosis. *JAMA.* 2005 May 25; 293(20): 2479–86.
31. Liu Y, Hu F, Li D, Wang F, Zhu L, Chen W, Ge J, An R, Zhao Y. Does physical activity reduce the risk of prostate cancer? A systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2011 Nov; 60(5): 1029–44.
32. Horgan S, O'Donovan A. The Impact of Exercise during Radiation Therapy for Prostate Cancer on Fatigue and Quality of Life: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Imaging Radiat Sci.* 2018 Jun; 49(2): 207–219.
33. Bonn SE, Sjölander A, Lagerros YT, et al. Physical activity and survival among men diagnosed with prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2015 Jan; 24(1): 57–64.
34. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Aug; 43(8): 1575–81.
35. Kenfield SA, Stampfer MJ, Giovannucci E, Chan JM. Physical activity and survival after prostate cancer diagnosis in the health professionals follow-up study. *J Clin Oncol.* 2011 Feb 20; 29(6): 726–32.
36. Richman EL, Kenfield SA, Stampfer MJ, et al. Physical activity after diagnosis and risk of prostate cancer progression: data from the cancer of the prostate strategic urologic research endeavor. *Cancer Res.* 2011 Jun 1; 71(11): 3889–95.
37. Kruk J, Czerniak U. Physical activity and its relation to cancer risk: updating the evidence. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2013; 14(7): 3993–4003.
38. Boyle T, Keegel T, Bull F, et al. Physical activity and risks of proximal and distal colon cancers: a systematic review and meta-analysis. *J Natl Cancer Inst.* 2012 Oct 17; 104(20): 1548–61.
39. Robsahm TE, Aagnes B, Hjartaker A, et al. Body mass index, physical activity, and colorectal cancer by anatomical subsites: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cancer Prev.* 2013 Nov; 22(6): 492–505.
40. Wolin KY, Yan Y, Colditz GA. Physical activity and risk of colon adenoma: a meta-analysis. *Br J Cancer.* 2011 Mar 1; 104(5): 882–5.
41. Wolin KY, Yan Y, Colditz GA, Lee IM. Physical activity and colon cancer prevention: a meta-analysis. *Br J Cancer.* 2009 Feb 24; 100(4): 611–6.
42. Moore SC, Lee IM, Weiderpass E, et al. Association of Leisure-Time Physical Activity With Risk of 26 Types of Cancer in 1.44 Million Adults. *JAMA Intern Med.* 2016 Jun 1; 176(6): 816–25.
43. Campbell PT, Patel AV, Newton CC, et al. Associations of recreational physical activity and leisure time spent sitting with colorectal cancer survival. *J Clin Oncol.* 2013 Mar 1; 31(7): 876–85.
44. Schmid D, Behrens G, Keimling M, et al. A systematic review and meta-analysis of physical activity and endometrial cancer risk. *Eur J Epidemiol.* 2015 May; 30(5): 397–412.
45. Friedenreich C, Cust A, Lahmann PH, et al. Physical activity and risk of endometrial cancer: the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Int J Cancer.* 2007 Jul 15; 121(2): 347–55.
46. Capozzi LC, Nishimura KC, McNeely ML, et al. The impact of physical activity on health-related fitness and quality of life for patients with head and neck cancer: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2016 Mar; 50(6): 325–38.
47. Steffens D, Beckenkamp PR, Hancock M, et al. Preoperative exercise halves the postoperative complication rate in patients with lung cancer: a systematic review of the effect of exercise on complications, length of stay and quality of life in patients with cancer. *Br J Sports Med.* 2018 Mar; 52(5): 344.
48. Wang YQ, Liu X, Jia Y, Xie J. Impact of breathing exercises in subjects with lung cancer undergoing surgical resection: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Nurs.* 2019 Mar; 28(5–6): 717–732.
49. Schmid D, Leitzmann MF. Association between physical activity and mortality among breast cancer and colorectal cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Oncol.* 2014 Jul; 25(7): 1293–1311.
50. Mishra SI, Scherer RW, Geigle PM, et al. Exercise interventions on health-related quality of life for cancer survivors. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012 Aug 15; 2012(8): CD007566.
51. Fong DY, Ho JW, Hui BP, et al. Physical activity for cancer survivors: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2012 Jan 30; 344: e70.
52. Cramer H, Lauche R, Klose P, et al. Yoga for improving health-related quality of life, mental health and cancer-related symptoms in women diagnosed with breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Jan 3; (1): CD010802.
53. U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018.