

# Nealkoholová tuková choroba pečene a metabolický syndróm

## Nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome

Marek Rác<sup>1</sup>, Ľubomír Skladaný<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hepatologická ambulancia, Interná klinika FN Nitra, VŠ ZaSP sv. Alžbety, Bratislava

<sup>2</sup>Hepatologické, gastroenterologické a transplantáčnne oddelenie, II. interná klinika SZU a FNŠP F. D. Roosevelta, Banská Bystrica

✉ **MUDr. Marek Rác** | racmarek@gmail.com | www.fnnitra.sk

### Kľúčové slová

diabetes mellitus  
inzulínová rezistencia  
metabolický syndróm  
nealkoholová steatohepatitída  
nealkoholová tuková choroba pečene  
obezita

### Key words

diabetes mellitus  
insulin resistance  
metabolic syndrome  
non-alcoholic steatohepatitis  
non-alcoholic fatty liver disease  
obesity

### Abstrakt

Nealkoholová tuková choroba pečene (NAFLD) a metabolický syndróm sú stavy s rastúcou prevenciou. Vzťah medzi nimi je komplexný a obojsmerný. Patofyziologický substrát v oboch prípadoch predstavuje inzulínová rezistencia. Diabeta dosahuje rozmery globálnej epidémie. Priamo prispieva k nárastu prevalencie systémových ochorení asociovaných s obezitou. Nealkoholová tuková choroba pečene sa stala najčastejším chronickým pečevným ochorením v rozvinutých krajinách a je považovaná za pečevnú manifestáciu metabolického syndrómu. Rozsah a bremeno choroby stále rastie a dosahuje epidemické rozmery, postihuje 30 % dospeléj populácie. V skupine pacientov s metabolickým syndrómom je prevalencia NAFLD významne vyššia v porovnaní s bežnou populáciou. NAFLD je charakterizovaná zvýšeným množstvom intrahepatálneho tuku. Vyskytuje sa v dvoch základných formách. Prvou je nealkoholová steatóza (NAFL) a druhou je progresívne sa správajúca nealkoholová steatohepatitída (NASH). NASH na rozdiel od NAFLD predstavuje podskupinu nielen so zvýšeným rizikom progresie fibrózy, cirhózy či vzniku HCC a je spájaná so zvýšením incidencie kardiovaskulárnych príhod. Obezita a diabetes mellitus 2. typu patria medzi rizikové faktory progresie NASH. Rastúca prevalencia NASH v blízkej budúcnosti privedie do štádia pokročilej choroby pečene obrovskú kohortu našich pacientov. Ak sa nepodarí zvrátiť nepriaznivý epidemiologický trend, tak v nasledujúcej dekáde bude najčastejším dôvodom transplantácie pečene práve NASH. Neustále rastúci trend možno pozorovať v náraste počtu prípadov hepatocelulárneho karcinómu v kauzálnej súvislosti s NASH [1]. Komplexná liečba komponentov metabolického syndrómu a perspektívne liečba založená na ovplyvnení kľúčových patogenetických mechanizmov by mohli zmeniť individuálnu budúcnosť chorých ale aj globálne bremeno vyplývajúce z NASH.

### Abstract

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and the metabolic syndrome are conditions with growing prevalence. The relationship between them is complex and bi-directional. The pathophysiological basis in both cases is insulin resistance. Diabetes is reaching the level of a global epidemic. It contributes to the rising prevalence of systemic diseases associated with obesity. Non-alcoholic fatty liver disease has become the most widespread chronic liver disease in developed countries and it is considered a hepatic manifestation of the metabolic syndrome. The spread and burden of the disease has been constantly growing and reaches epidemic levels, affecting 30% of the adult population. In a group of patients with the metabolic syndrome the prevalence of NAFLD is significantly higher compared with the general population. NAFLD is characterized by an increased amount of intrahepatic fat. It occurs in two basic forms. One is non-alcoholic steatosis (NAFL),

Doručené do redakcie/  
Received 28. 3. 2018  
Prijaté po recenzii/  
Accepted 2. 5. 2018

the other is progressively developing non-alcoholic steatohepatitis (NASH). As opposed to NAFLD, NASH represents a subgroup with increased risk for the progression of fibrosis, cirrhosis or onset of HCC and it is considered to be linked with an increased incidence of cardiovascular events. Obesity and type 2 diabetes mellitus are among the risk factors for the NASH progression. The growing prevalence of NASH in the near future will bring an enormous cohort of our patients to the stage of advanced liver disease. If the effort to reverse the undesirable epidemiological trend fails, NASH will become the most common indication for liver transplantation in the coming decade. The ever increasing trend of development can be observed in the rising incidence of hepatocellular carcinoma in causal relation to NASH [1]. The comprehensive treatment of the metabolic syndrome components and, in future, a treatment aimed at affecting the key pathogenetic mechanisms might change the individual future of patients, as well as the global burden resulting from NASH.

## Úvod

Celosvetová epidémia obezity podmieňuje vzostup prevalence ochorení priamo súvisiacich s obezitou a metabolickým syndrómom. So vzostupom prevalence obezity, diabetes mellitus 2. typu (DM2T) a metabolického syndrómu rastie priamo úmerne aj prevalencia nealkoholovej tukovej choroby pečene (non-alcoholic fatty liver disease – NAFLD) [2]. NAFLD predstavuje z globálneho pohľadu emergentný stav, nakoľko postihuje tretinu dospeljej populácie [3]. V skupine pacientov s metabolickým syndrómom je prevalencia NAFLD významne vyššia v porovnaní s bežnou populáciou. Prevalencia u obéznych pacientov dosahuje až 70–92 %, u diabetikov sa pohybuje medzi 60–70 % [4].

NAFLD je charakterizovaná zvýšenou akumuláciou tukov v pečeni, prevažne triacylglycerolov. Histologicky býva ľahko rozpoznaná pre makrovezikálny typ steatózy. Klinický priebeh choroby dovoľuje principiálne delenie na dva fenotypy. Nealkoholová steatóza (non-alcoholic fatty liver – NAFL) je prevádzaná steatózou pečene, prakticky bez zápalového postihnutia a fibrózy. Druhý subtyp je nealkoholová steatohepatitída (non-alcoholic steatohepatitis – NASH). NASH je sprevádzaná steatózou, ku ktorej sa pridáva poškodenie hepatocytov, balónovanie, inflamácia a fibrogenéza. Fibróza pri NASH môže byť v závislosti od štádia minimálna až pokročilá, t. j. keď NASH procesom fibrogenézy prejde do štádia cirhózy a následne jej komplikácií [5]. DM2T, obezita a aterosgénna dyslipidémia sú principiálne faktory asociované z NAFLD, ktorú dnes považujeme za pečennú expresiu metabolického syndrómu [6]. NAFLD predstavuje významnú príčinu pečenej cirhózy a jej komplikácií, vrátane zlyhávania pečene a hepatocelulárneho karcinómu. Mortalita pacientov s NAFLD je oproti bežnej populácii významne vyššia [7]. Tri hlavné príčiny úmrtnosti sú kardiovaskulárne ochorenia, malignity a pečenná mortalita. Predpokladáme, že pečenná mortalita je významne podhodnotená. Chýbajú prospektívne údaje vyjadrujúce neskoré hepatálne komplikácie NAFLD vrátane hepatocelulárneho karcinómu (HCC). Jedným z dôvodov môže byť známa tendencia NAFLD/NASH vymiznúť z histologického obrazu v terminálnych štádiách cirhózy pečene [8].

## Patogenéza nealkoholovej tukovej choroby pečene

Inzulínová rezistencia je podstatným patogenetickým faktorom, ktorý spája obezitu, DM2T, artériovú hypertenziu, dyslipidémiu, endoteliálnu dysfunkciu s metabolickou nealkoholovou tukovou chorobou pečene. Akumulácia tuku v parenchýme pečene je základným patologickým procesom pri vzniku NAFLD. Patogenéza sa zdá byť multifaktoriálna, pozostáva z externých environmentálnych faktorov, genetických a behaviorálnych faktorov. Hlavné faktory prispievajúce k rozvoju NAFLD sú hyperkalorická diéta (kaloricky denzná strava/calorie-dense food), inaktivita, genetické faktory a endotoxémia z mikrobioty tráviaceho traktu [9]. Prítomnosť faktorov nezdravého životného štýlu, inaktivita a vysoký kalorický príjem vedú k masívnemu zväčšeniu tukového tkaniva a inzulínovej rezistencii. Dochádza k zvýšeniu tukových zásob v pečeni. Významnú úlohu zohráva črevná mikroflóra. Obezita, inzulínová rezistencia a zápalové procesy v parenchýme pečene sú generované a perpetuované toxickými faktormi uvoľňovanými z gastrointestinálneho traktu. Nezastupiteľná je primárna úloha genetických faktorov. Polymorfizmy génov sú asociované s rizikom vzniku a progresie NASH do pokročilej pečenej choroby a jej komplikácií. Známe sú genetické polymorfizmy spájajúce sa so zvýšením rizikom vzniku HCC [10].

## Prirodzený vývoj nealkoholovej tukovej choroby pečene

Nealkoholová tuková choroba pečene zahŕňa spektrum ochorení pečene, počínajúc jednoduchou steatózou s akumuláciou tukov v parenchýme pečene, cez poškodenie bunkových štruktúr s nekroinflamáciou (steatohepatitída = NASH), s rozvojom fibrózy, cirhózy, až po HCC. Toto spektrum chorôb reprezentuje všetky štádiá a prirodzený priebeh ochorenia. Jednoduchá steatóza predstavuje vo všeobecnosti pomerne stabilnú chorobu, s pomalou progresiou, naopak NASH reprezentuje agresívnejšiu formu choroby s tendenciou k rýchlejšej progresii (schéma 1). Progresia NAFL (nealkoholová steatóza) do NASH je dnes jedným z hlavných záujmov štúdií, nakoľko progresia NASH do cirhózy s následnou

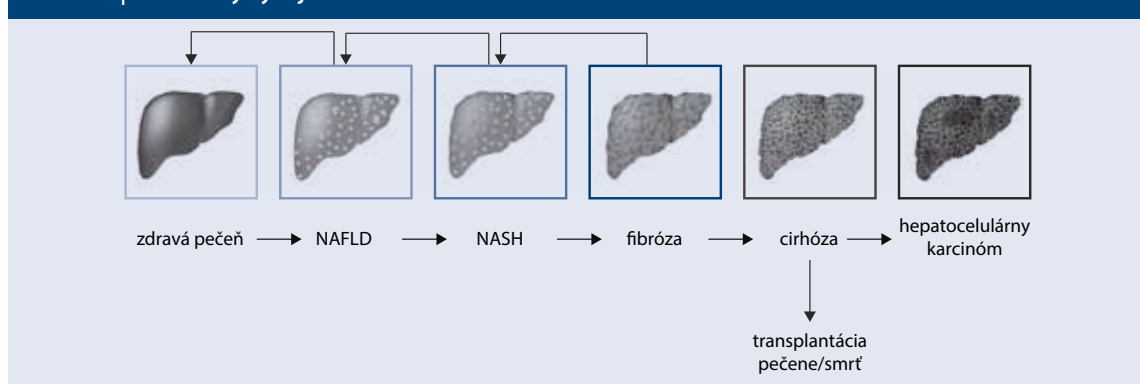
malígnou transformáciou a vznikom HCC je pomerne dobre preskúmaným procesom. Väčšina pacientov bude mať v čase stanovenia diagnózy NAFLD „len“ jednoduchú steatózu (NAFL). Avšak početná skupina pacientov s NASH bude progredovať do pokročilej pečenej choroby, cez fibrózu, cirhózu, nezriedka až do vzniku HCC [11]. NASH sa na rozdiel od NAFL spája s rýchlou progresiou choroby a dramatickým nárastom celkovej mortality. Nárast hepatálnej mortality je viac ako 10-násobný [12]. Práve vysoká prevalencia NASH v skupine obéznych diabetikov musí vzbudiť obavy týkajúce sa bremana ochorenia v blízkej budúcnosti. NASH predstavuje progresívnu formu choroby, ktorá pre progresiu do cirhózy a HCC predstavuje rizikovou entitu. Pri 44 % pacientov s NAFL dochádza k progresii do NASH, v 37 % prípadov dochádza k rozvoju fibrózy pečene a asi 22 % pacientov bude mať pokročilú fibrózu [14]. Obsah tuku v pečeni klesá s progresiou ochorenia. Preto pri pokročilých formách môže byť NASH poddiagnostikovaná. 50–75 % kryptogénnej cirhózy pečene pripadá na nedagnostikovanú a vyhorenú NASH [11]. Asi tretina pacientov s histologicky diagnostikovanou NASH má v čase diagnostiky pokročilú fibrózu až cirhózu. Asi 5 % pacientov s NASH bude mať komplikáciu terminálnej choroby pečene (end-stage liver disease – ESLD). Pacienti so známou diagnózou DM2T majú viac ako 2-násobné riziko vzniku komplikácií pečenej choroby (cirhóza, zlyhávanie pečene, varikózne krvácanie, transplantácia pečene, HCC) oproti pacientom bez diabetes mellitus [15]. Faktory zvyšujúce riziko progresie choroby sú vek nad 45 rokov, prítomnosť DM2T, obezita, artériová hypertenzia, hyperferitinémia [11].

### Nealkoholová tuková choroba pečene a metabolický syndróm

Väzba medzi NAFLD a metabolickým syndrómom (MS) je obojsmerná. Obsah tuku v pečeni je pri pacientoch s metabolickým syndrómom významne zvýšený. Obrátene platí, že prítomnosť NAFLD je silným prediktorom metabolického syndrómu [16]. NAFLD sa považuje za pečennú manifestáciu metabolického syndrómu. Syndróm inzulinovej rezistencie (IR) ako podstata metabolického

syndrómu vysvetľuje intoleranciu glukózy, vysoké triacylglyceroly a nízky HDL-cholesterol. Inzulinová rezistencia pri NAFLD predstavuje dôležitú spojitosť v komplexe vzťahov so zvýšeným rizikom systémových komplikácií za hranicou vzťahu s metabolickým syndrómom. Magnetickorezonančná spektroskopia (proton magnetic resonance spectroscopy) napomohla objasniť ektopickú akumuláciu lipidov za podmienok inzulinovej rezistencie v svaloch a pečeni. Hlavnou príčinou ektopickej depozície lipidov v pečeni je nadbytok prijatej energie oproti jej výdaju. To má za následok presmerovanie ukladania tuku do pečene, viscerálnych oblastí a do skeletálnych svalov. NAFLD je podporovaná a perpetuovaná tukovým tkanivom a inzulinovou rezistenciou (IR), je tak priamym vyjadrením a markerom IR. Hlavný efekt IR sa spája s kompenzačnou hyperinzulinémiou, ktorá pôsobí na senzitivne tkanivá v závislosti na ich primárnej funkcii. Pečeň predstavuje kľúčové miesto účinku inzulínu. Pečeň je hlavným miestom endogénnej syntézy glukózy, hlavným riadiacim centrom a miestom metabolizmu lipidov, v neposlednom rade miestom degradácie inzulínu [17]. IR spojená so zníženou senzitivitou na inzulín spôsobuje deficit schopnosti inzulínu suprimovať glykolyzu a stimulovať elimináciu glukózy v periférii. K prekonalniu IR a na zachovanie normálnej metabolickej funkcie má slúžiť nadmerná produkcia inzulínu – kompenzačná hyperinzulinémia. Pečeň secernuje insulin-like growth factor 1 (IGF1). IGF1 je jedným z najpotentnejších aktivátorov bunkovej proliferácie cestou Akt (PKB protein kinase B). Taktiež predstavuje silný inhibitor apoptózy. Hyperinzulinémia vedie k patologickým dejom, ktoré sa priamo podieľajú na inhibícii apoptózy a zvýšení mitogenézy. Inzulinová rezistencia priamo akceleruje a perpetuuje hepatokarcinogézu. Ukazuje sa, že liečba inzulinovej rezistencie a hyperinzulinémie môže zohrať kritickú úlohu v prevencii – chemoprophylaxii hepatokarcinogézy v postihnutej populácii. Existujú dáta, ktoré potvrdzujú, že používanie inzulinových senzitizerov môže mať vplyv na redukcii rizika vzniku HCC. Metformín zlepšujúci inzulinovú senzitivitu má priamy antiproliferatívny efekt inhibičným pôsobením na onkogénne dráhy (mTOR) [18]. Liečba inzulinovým senzitizerom môže viesť

Schéma 1 | Prirodzený vývoj NAFLD



k poklesu rizika vzniku a k zlepšeniu prognózy pacienta s HCC [19,20]. Riziko vzniku HCC môže byť znížené správnym používaním statínov. Zdá sa, že ich užívanie diabetikmi môže viesť nielen k redukcii rizika vzniku HCC, ale aj k spomaleniu progresie ochorenia a predĺženiu prežívania pacientov s HCC [21].

## Nealkoholová tuková choroba pečene a obezita

Epidemiológia nealkoholovej tukovej choroby pečene zrkadlí epidemiologický vývoj obezity, diabetes mellitus a metabolického syndrómu. Epidemiologické údaje Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) hovoria o tom, že 35 % dospelých populácie má nadváhu a 20 % ľudí trpí obezitou. NAFLD je silne asociovaná s obezitou s vysokou prevalenciou prevažujúcou 80 %. Viscerálna adipozita sa zdá byť jej hlavným determinantom. Obezita predstavuje chronický systémový zápalový proces, ktorý sa spája s rozvojom inzulínovej rezistencie. Adipocytokíny, medzi ktoré patria TNF $\alpha$ , rezistín, leptín, adiponektín, účinkujú na lokálnej (autochrínnej/parakrínnej) a systémovej (endokrínnej) úrovni. Vedú spoločne ku vzniku prozápalového prostredia. Následne zhoršením inzulínovej rezistencie vedú k inhibícii apoptózy, k zvýšeniu bunkovej proliferácie a angiogenézy. V tukovom tkanive dochádza k expresii molekúl s priamym efektom na metabolizmus nielen pečenej buniek, napríklad faktora rastu cievného endotelu (vascular endothelial growth factor – VEGF). Ten stimuluje expresiu prozápalových a proonkogénnych proteínov TNF $\alpha$ , IL6 a IL1. Porušený metabolizmus tukového tkaniva predstavuje kľúčový krok ku vzniku NASH. Zvýšené uvoľňovanie voľných mastných kyselín z tukového tkaniva za stavu porušenej inzulínovej senzitivity vedie k progresívnemu poškodeniu pečene. Lipotoxicita predstavuje významný faktor vzniku dysfunkcie hepatocytu. Dochádza k poškodeniu a apoptóze pečenej buniek (lipoapoptóza). K apoptóze dochádza cez receptory smrti cestou mitochondriálne-lyzosómového poškodenia alebo cez poškodenie endoplazmatického retikula (ER-stress). Perpetuáciou reparačných a regeneračných dejov pri pokračujúcom zápalovom poškodení parenchýmu pečene dochádza k rozvoju pečenej fibrózy, cirhózy a nezriedka aj vzniku HCC [22].

## Nealkoholová tuková choroba pečene a diabetes mellitus

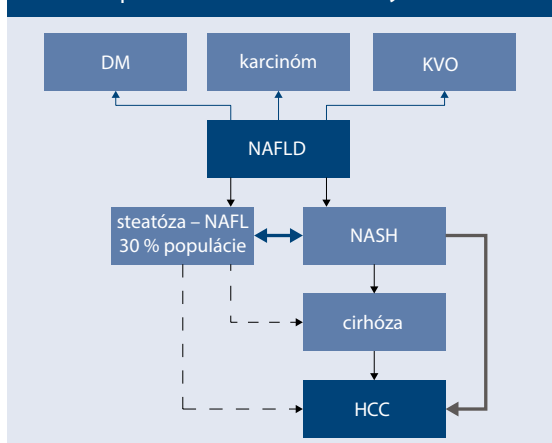
Prevalencia NAFLD je výrazne vyššia v populácii diabetikov. Obsah tuku v pečeni koreluje s počtom komponentov metabolického syndrómu [23]. Neprekvapuje zvýšená incidencia a prevalencia diabetu pri NAFLD [24,25]. Ak má pacient NASH, tak má 3-násobne vyššie riziko vzniku DM2T oproti pacientom s jednoduchou steatózou (NAFL). Schopnosť inzulínu inhibovať pečenej glukoneogézu a produkciu glukózy býva pri NAFLD porušená. Dlhodobé zvýšenie glukoneogézy vedie k narušenej sekrécii inzulínu B-bunkami pankreasu

a neadekvátnej sekrécii glukagónu A-bunkami. To má za následok glukózovú toxicitu, vznik hyperglykémie nalačno aj postprandiálne. Množstvo tuku v pečeni je zrkadlom pečenej a periférnej inzulínovej rezistencie, je priamo úmerné glykozylovanému hemoglobínu 1c (HbA $_1c$ ) u pacientov s DM2T a NAFLD. Kvantita tuku v pečeni predstavuje prediktívny marker množstva inzulínu potrebného k dosiahnutiu glykemickej kontroly [26]. Prítomnosť NAFLD reprezentuje u diabetika zvýšené riziko mikrovaskulárnych komplikácií (diabetická retinopatia, diabetická nefropatia). Treba si však uvedomiť, že konverzne platí, že u pacienta s DM2T treba očakávať rýchlejšiu progresiu tukovej choroby pečene do NASH, pečenej cirhózy a zvýšenie rizika vzniku HCC [27]. Je preto na mieste otázka intenzívnej liečby a surveillance nielen z pohľadu retinopatie, chronickej obličkovej choroby (chronic kidney disease – CKD), ale aj z pohľadu rizika rozvoja pečenej komplikácií a smrti (schéma 2).

## Nealkoholová tuková choroba pečene a inaktivita

Populačné dôsledky inaktivity sú neakceptovateľne vysoké. Fyzická inaktivita je rozpoznaným a menovaným veľkým problémom verejného zdravotníctva v 21. storočí. Kľúčový význam fyzickej aktivity je podhodnotený a podceňovaný jednak jednotlivcami, taktiež v oblasti verejného zdravia a aj z pohľadu zdravotníckych pracovníkov. Logická definícia fyzickej inaktivity vyznieva ako nedostatok sufficientnej fyzickej aktivity na udržanie zdravého životného štýlu slúžiaceho k prevencii predčasnej smrti. Pravidelná fyzická aktivita reprezentuje kľúčový element v prevencii a manažmente rôznych chorobných stavov a chorôb vrátane civilizacyjnych. Obrátene platí, že inaktivita je primárnou príčinou obezity a asociovaných „metabolických“ chorobných stavov. Jedným z priamych následkov sedavého spôsobu života a excesívneho príjmu kalórií je NAFLD. Inaktivita je aktuálne definovaná ako hlavný rizikový faktor globálnej mortality (WHO, 2010). Stupeň inaktivity a jej rozsah sa v celosvetovom

Schéma 2 | NAFLD a asociované stavy



DM – diabetes mellitus KVO – kardiovaskulárne ochorenie

meradle neustále zväčšuje. To má za následok implikácie v zmysle nárastu prevalencie neprenosných chorôb a negatívnej zmeny všeobecného zdravotného stavu populácie [28]. Fyzická aktivita preukázateľne redukuje steatózu pečene pacientov s NAFLD. A to aj vtedy, ak nie je dostatočná na dosiahnutie poklesu telesnej hmotnosti či poklesu aktivity aminotransferáz [29,30]. Pri pravidelnom cvičení v dávke viac ako 4 hodiny týždenne, popri zlepšení steatózy, došlo pomerne v krátkom intervale u obéznych k zlepšeniu a poklesu tuhosti/elasticity pečene [31]. Aktuálne prebieha dotazníkový celoslovenský epidemiologický prieskum faktorov životného štýlu. Ide o anonymné údaje zozbierané od pacientov hepatologických ambulancií. Skrining preukázal inaktivitu vo vysokej proporcii populácie (68 % pacientov). Preto bude potrebná celonárodná stratégia, ktorá bude cieľená na všetky vekové skupiny. Predovšetkým však atraktívnou a akceptovateľnou formou zacielenou na deti a mládež. Potrebne bude vymyslieť stratégiu a objaviť liečebné metódy apelujúce na vôľu tak sfistikovane, ako to robia faktory potencujúce inaktivitu (televízia, počítače, videohry, elektronické zariadenia, sociálne siete). Pochopenie bariér fyzickej aktivity a vytvorenie efektívnych stratégií na ich prekonanie môžu pomôcť fyzickej aktivite stať sa akceptovanou časťou zdravého životného štýlu [32].

### Nealkoholová tuková choroba pečene a kardiovaskulárne ochorenia

Pacienti s NAFLD majú mnohé rizikové faktory asociované s kardiovaskulárnymi ochoreniami. NAFLD sa spája s inzulínovou rezistenciou, hypertenziou, aterogénnou dyslipidémiou, dysglykémiou, nadváhou či obezitou, všetko s dobre dokumentovanými rizikovými faktormi kardiovaskulárných ochorení. Hlavnou príčinou úmrtia pacientov s NAFLD bývajú kardiovaskulárne ochorenia a príhody. NAFLD predstavuje významný nezávislý rizikový faktor vzniku a rozvoja aterosklerózy a kardiovaskulárných ochorení [33]. Pri patologickej akumulácii tuku v pečeni dochádza k poruche pečenej homeostázy glukózy a lipidov. V dôsledku série patologických dejov dochádza k rozvoju pečenej inzulínovej rezistencie, zvýšeniu koncentrácie glukózy nalačno a vzniku aterogénnej dyslipidémie. Vysoký BMI u pacientov s NAFLD znásobuje kardiovaskulárne riziko. Samotná pečeň postihnutá tukovou chorobou je producentom množstva prozápalových a proaterogénnych cytokínov, koagulačných faktorov a adhézných molekúl, ktoré sú priamo zapojené v patogenéze aterosklerózy a dysfunkcii myokardu [34]. Na strane jednej, NAFLD možno priamo považovať za marker adipozity a inzulínovej rezistencie, na strane druhej kompenzátna hyperinzulinémia a zvýšený prísun prekurzorov lipidov mení pečeň na fabriku produkujúcu tuky. Uzatvára sa tak patologický „začarovaný“ kruh. Prvou dôležitou klinickou implikáciou je zvýšené riziko vzniku ateromatóznych plátov v cievach [35]. NAFLD diagnostiková sonograficky sa spája so zvýšením koronárneho kalciového skóre. (coronary calcium score) [36]. NAFLD spreádzajú včasné morfológické zmeny ľavej komory srdca,

diastolická dysfunkcia a porucha metabolizmu myokardu [37,38]. Existujú dôkazy podporujúce súvis NAFLD s aterosklerózou, nezávisle na tradičných kardiovaskulárných rizikových faktoroch a metabolickom syndróme [39]. Prevalencia koronárnej aterosklerotickej choroby, cerebrovaskulárnej a aj periférnej cievnnej choroby sa pri NAFLD významne zvyšuje nezávisle na tradičných rizikových faktoroch [40].

### Nealkoholová tuková choroba pečene a hepatocelulárny karcinóm

V posledných rokoch sa pozoroval významný vzostup incidencie HCC [41]. Bez ohľadu na etiologickú príčinu, cirhózu má zistenú asi 80 % pacientov s hepatocelulárnym karcinómom [42]. NAFLD sa ukazuje ako významný a početný etiologický faktor HCC [41]. Existujú dôkazy, že HCC môže pri NAFLD vzniknúť aj v teréne steatózy pri absencii cirhózy [43]. Až tretina diagnostikovaných HCC na etiologickom podklade NASH sa zisťuje v pečeni bez prítomnosti pečenej cirhózy. Metabolický syndróm predstavuje nezávislý rizikový faktor HCC. Mnohé procesy v patogenéze NASH (oxidatívny stres, peroxidácia lipidov, apoptóza, bunková smrť, regeneračné procesy, rastové faktory) sú prokarcinogénne. NAFLD je prozápalový stav, pri ktorom dochádza k charakteristickej zmene v zmysle zvýšenia aktivity prozápalových mediátorov, oxidatívneho stresu, za prítomnosti inzulínovej rezistencie, pri akcentácii prejavov lipotoxicity. Kľúčovú úlohu v tomto procese okrem pečene zohráva hormonálne aktívne tukové tkanivo. Hnacím motorom je inzulínová rezistencia a následná kaskáda zápalových dejov. Inzulínová rezistencia vedie k zvýšenému množstvu voľných mastných kyselín, ktoré sa spájajú so zvýšenou aktivitou početných prozápalovo pôsobiacich cytokínov, hlavne tumor necrosis factor alfa (TNF $\alpha$ ), interleukínu 6 (IL6), leptínu, rezistínu. Tie vedú k perpetuácii zápalových procesov v pečeni. Dochádza k aktivácii onkogénneho transkripčného faktora STAT3. IL6 a TNF $\alpha$  sú považované za kľúčové faktory pri aktivácii proliferácie buniek cestou STAT3 fosforylácie. IL6 a TNF $\alpha$  predstavujú prienik na rovine chronickej zápalovej choroby pečene a na úrovni promócie tumorigenézy. Hyperinzulinémia vedie k zvýšenej produkcii inzulínu podobného rastového faktora (insulin-like growth factor 1 – IGF1), peptidického hormónu, ktorý stimuluje rast v zmysle proliferácie buniek a vedie k inhibícii apoptotických procesov v pečeni. Inzulín aktivuje insulin receptor substrate 1 (IRS-1), ktorý je kľúčovým krokom v cytokínovej signálnej ceste a jeho aktivita býva pri HCC zvýšená. Komplexný stav inzulínovej rezistencie podporuje neinhibovaný rast buniek a dá sa považovať za kľúčový pri vzniku HCC. Rozvoj NASH sa spája priamo so zvýšením oxidatívneho stresu. Oxidatívny stres podporuje tumorigenézu akceleráciou steatózy, inflamačného procesu, bunkovej proliferácie. Má kľúčový podiel na vzniku mutácií. Niektoré produkty peroxidácie lipidov majú priamy vplyv na vznik mutácie p53 tumor supresor génu [44]. Chronický cyklus neustáleho poškodenia, bunkovej smrti, regenerácie cez komplex rôznych

procesov v konečnom dôsledku vedie k smrti hepatocytov a kompenzátornej proliferácii buniek. To má za následok vznik hepatocelulárneho karcinómu [45]. Metabolické údaje poukazujú na Warburgov posun od mitochondriálnej respirácie smerom k cytozologickej glykolyze. Vplyvom inzulínovej rezistencie a hyperinzulinémie dochádza k aktivácii pyruvát kinázy M2, ktorá vedie ku glykolyze s následnou produkciou laktátu a alanínu cez pyruvát. Metabolická remodelácia sa prejaví v zmene metabolizmu a zvýšení B-oxidácie mastných kyselín. Uchovávanie triacylglycerolov v parenchýme steatotickéj pečene predstavuje akumuláciu vysoko výhodného energetického substrátu potrebného pre živienie patologických procesov v pečeni. NAFLD predstavuje chorobu jednoznačne spájanú s aktívnym oxidatívnym stresom v pečeni. Metabolická remodelácia sprevádza všetky patologické zápalové deje v pečeni a pretrváva počas cirhózy až po karcinóm [46].

### Liečba NAFLD

NAFLD sa spája s obezitou a DM2T. Kľúčovým patofyziologickým mechanizmom je inzulínová rezistencia [4]. Napriek tomu, že sa podarilo preniknúť hlboko do genetických a patofyziologických dejov spoločných pre metabolický syndróm, stále chýba prelomový objav alebo stratégia v zmysle účinnej prevencie. Definovaný fenotyp troch úderov: sedentárne správanie, nedostatočná fyzická aktivita a nevhodná strava naznačujú možnosti účinného ovplyvnenia režimovou liečbou.

Za prvý krok v liečbe NASH treba považovať redukcii telesnej hmotnosti. Farmakologická liečba môže napomôcť poklesu, avšak jej aditívny benefit za horizontom poklesu váhy je nejasný [47]. Zmena životného štýlu, zanechanie sedentárneho spôsobu života, dostatočná fyzická aktivita a diétne opatrenia tvoria základnú triádu liečebných opatrení. Z klinických skúšaní je zrejmé, že pokles hmotnosti o 7 % prináša histologicky preukázateľné zmeny v stupni závažnosti NASH. 10% pokles telesnej hmotnosti sa spája s takmer univerzálnym účinkom na NASH. Jednak dochádza k vymiznutiu NASH v histologickom obraze a pozorovalo sa zlepšenie štádia fibrózy minimálne o jeden stupeň [48]. Významný pokles hmotnosti sa spája nielen so zlepšením histológie pri NAFLD, ale preukázateľne redukuje riziko diabetu a kardiovaskulárnych ochorení.

### Farmakologická liečba

Vzhľadom na vysokú prevenciu a stúpajúcu incidenciu NAFLD je absencia dostupnej a schválenej farmakoterapie zarážajúca. Hlavným pilierom liečby NAFLD je strata hmotnosti. Je však ťažké pokles hmotnosti dosiahnuť a ešte ťažšie ho udržať. Z toho vyplýva ešte naliehavšia potreba efektívnej farmakoterapie. Nové poznatky a pochopenie patogenézy NAFLD mali za následok vývoj nových tried liekov a opätovné použitie súčasne dostupných liekov. Dominantný prístup sa zameriava na akumuláciu pečenevého tuku a výsledný metabolický stres s kaskádou inflamačných procesov a fibrogenézou.

Farmakologickú liečbu cieľime aktuálne na pacientov s pokročilou pečeneovou chorobou a na skupinu rizikových z pohľadu rýchlej progresie NASH. Podobne ako je tomu pri ostatných chorobách pečene, pokročilú NASH charakterizuje a definuje pokročilá fibróza či cirhóza. Ako zadefinovať „riziko rýchlej progresie“ je však diskutabilné a menej exaktné. Klinické štúdie na podklade bioptických nálezov a observačné klinické skúšania preukázali, že nekroinflamácia je najlepší prediktorom progresie fibrózy [14]. NASH na rozdiel od jednoduchej steatózy predstavuje faktor rýchlej progresie [49]. Preukázanie balónovania hepatocytov, zápalový infiltrát, prítomnosť hoci miernej fibrózy (perisunusoidálnej, portálnej fibrózy), hlavne za prítomnosti klinických a genetických faktorov progresie, charakterizuje pacientov vo vysokom riziku [50]. Najvýznamnejšie klinické rizikové faktory fibrózy sú práve obezita, diabetes mellitus, mužský rod, vek nad 50 rokov [14].

NASH, DM2T, ateroskleróza zdieľajú rovnaký biologický podklad. Typická je patologická akumulácia tuku, inflamácia a fibrogenéza v cieľových orgánoch. Preto väčšina úmrtí pacientov s NAFLD pripadá na kardiovaskulárne príhody v teréne systémového zápalového milieua [51]. Centrálnu úlohu zohráva obezita a metabolický syndróm s inzulínovou rezistenciou ako promotorom patologických dejov. Dnešné chápanie patofyziológie NASH vychádza z excesívnej akumulácie tukov a vzniku viscerálnej adipozity v teréne inzulínovej rezistencie. V jej dôsledku dochádza k odbrzdzeniu lipolýzy a zvýšeniu prísunu voľných mastných kyselín do pečene [52]. Hyperglykémia a hyperinzulinémia vedú priamo v pečeni k poruche metabolizácie mastných kyselín, k inhibícii odbúravania lipidov B-oxidáciou. Chronický nadbytok mastných kyselín vyúsťuje do tvorby toxických derivátov, ktoré vytvárajú tlak na bunky pečene a dochádza k funkčnej poruche endoplazmatického retikula a mitochondrií. Početné tukové molekuly vedú k poškodeniu pečene cez mnohé metabolické cesty. Najdôležitejšie sa javia oxidačný stres, porucha mitochondrií, stres endoplazmatického retikula a apoptotické deje [53]. Patologické deje vedú k poškodeniu buniek pečene, následnej inflamácii, ktorej odpoveď býva „negatívne“ modulovaná hormonálnou aktivitou tukového tkaniva. V horizonte chronického priebehu vedú uvedené deje k rozvoju fibrózy.

Tieto patofyziologické deje sa javia ako relevantné z pohľadu mechanizmu účinku potenciálnej farmakoterapie. Lieky s potenciálom ovplyvnenia NASH možno schematicky rozdeliť na dve široké skupiny. Prvú tvoria lieky ovplyvňujúce preexistujúce metabolické podmienky vedúce k perpetuácii NASH (skupina metabolických modulátorov). Druhú skupinu tvoria lieky zasahujúce patologické deje v pečeni (inflamácia, fibrogenéza). Niektoré molekuly v ideálnom prípade budú pozitívne zasahovať do oboch spomenutých skupín. Podľa mechanizmu účinku možno pomenovať päť skupín:

- prevencia nadmerného príjmu a ovplyvnenie utilizácie substrátov, lieky ovplyvňujúce hmotnosť (napr.

PPAR, GLP1 augmentácia, blokáda kanabinoidných receptorov, TGR5, FXR)

- inzulínové senzitizery
- antidiabetiká s antihyperglykemickými vlastnosťami
- protizápalovo pôsobiace „hepatiká“ (CCR 2/5 inhibícia, anti-TNF, IL17)
- protifibrotizujúco pôsobiace „hepatiká“ (LOXL2, CCR2/5 inhibícia, inhibícia galektínu)

S množstvom potenciálnych cieľov a rastúcim počtom nových molekúl sa črtá kombinovaná a individualizovaná účinná liečba ušitá na mieru pacienta (schéma 3).

## Záver

NAFLD/NASH je najčastejšou chronickou pečeneovou chorobou. Predstavuje v západnom svete asi 60 % všetkých ochorení pečene. Epidémia NAFLD kopíruje nárast prevalencie diabetu. Spája sa so zvýšením morbidita a mortality nielen pečeneovej. Veľkú proporciu zastáva kardiovaskulárna a nádorová mortalita. NAFLD je charakterizovaná zvýšeným množstvom intrahepatálneho tuku. Zjednodušene sa vyskytuje v dvoch formách. Prvou je NAFL (nealkoholová steatóza) a druhou je progresívne sa správajúca NASH (nealkoholová steatohepatitída). NASH na rozdiel od NAFLD predstavuje podskupinu nielen so zvýšeným rizikom progresie fibrózy, cirhózy či vzniku HCC, ale aj zvýšenie incidence kardiovaskulárnych príhod. Kľúčovú úlohu v liečbe zohráva modifikácia životného štýlu a diétne opatrenia. Aktuálne nie je dostupná žiadna špecifická liečba s indikáciou NAFLD/NASH. V klinickom skúšaní sa aktuálne nádejne javia viaceré molekuly, ktoré zasahujú do kľúčových patogenetických procesov v rámci prirodzeného vývoja choroby. Najväčšie nádeje sú vkladane do liečiv, ktoré budú mať protizápalový a protifibrotický efekt. Očakáva sa od nich ovplyvnenie nekroinflačných dejov, regresia fibrózy a pokles pečeneovej mortality. Efekt na kardiometabolické riziko a kardiovaskulárnu mortalitu však odhadnúť nie je možné a túto paradigmu bude potrebné pri dostupnosti nových molekúl overiť.

## Literatúra

1. Rác M, Koller T, Skladaný L et al. Nealkoholová tuková choroba pečene a hepatocelulárny karcinóm: prehľad a analýza nitrianskeho súboru. *Interná Med* 2017; 17(4): 167–174.
2. Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE et al. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: Practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. *Hepatology* 2012;55(6):2005–2023. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hep.25762>.

3. Younossi Z, Anstee QM, Marietti M et al. Global burden of NAFLD and NASH: trends, predictions, risk factors and prevention. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2018; 15(1): 11–20. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2017.109>.

4. Anstee QM, Targher G, Day CP. Progression of NAFLD to diabetes mellitus, cardiovascular disease or cirrhosis. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2013; 10(6): 330–344. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2013.41>.

5. Angulo P. Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *N Engl J Med* 2002; 346(16): 1221–1231. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra011775>.

6. Mazzotti A, Caletti MT, Sasdelli AS et al. Pathophysiology of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Lifestyle-Gut-Gene Interaction. *Dig Dis* 2016; 34(Suppl 1): S3-S10. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000447275>.

7. Bhala N, Angulo P, van der Poorten D et al. The natural history of nonalcoholic fatty liver disease with advanced fibrosis or cirrhosis: an international collaborative study. *Hepatology* 2011;54(4):1208–1216. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hep.24491>.

8. Angulo P. Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Liver Transplantation. *Liver Transpl* 2006; 12(4): 523–534. <http://dx.doi.org/10.1002/lt.20738>.

9. Valenti L, Romeo S, Nobili V et al. Destined to develop NAFLD? The predictors of fatty liver from birth to adulthood. *J Hepatol* 2016;65(4): 668–670. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2016.06.010>.

10. Liu Y-L, Patman GL, Leathart JBS et al. Carriage of the PNPLA3 rs738409 C &gt;G polymorphism confers an increased risk of non-alcoholic fatty liver disease associated hepatocellular carcinoma. *J Hepatol* 2014; 61(1): 75–81. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2014.02.030>.

11. Ratziu V, Bellentani S, Cortez-Pinto H et al. A position statement on NAFLD/NASH based on the EASL 2009 special conference. *J Hepatol* 2010; 53(2): 372–384. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2010.04.008>.

12. Ekstedt M, Franzén LE, Mathiesen UL et al. Long-term follow-up of patients with NAFLD and elevated liver enzymes. *Hepatology* 2006; 44(4): 865–873. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hep.21327>.

13. Fassio E, Alvarez E, Dominguez N et al. Natural history of nonalcoholic steatohepatitis: A longitudinal study of repeat liver biopsies. *Hepatology* 2004; 40(4): 820–826. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hep.20410>.

14. McPherson S, Hardy T, Henderson E et al. Evidence of NAFLD progression from steatosis to fibrosing-steatohepatitis using paired biopsies: Implications for prognosis and clinical management. *J Hepatol* 2015; 62(5): 1148–1155. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2014.11.034>.

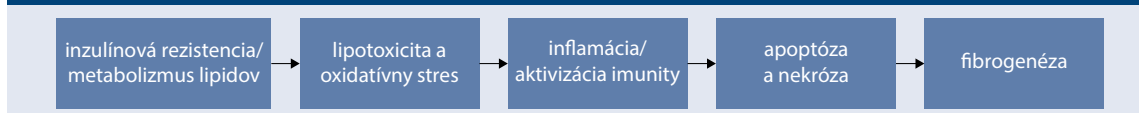
15. Porepa L, Ray JG, Sanchez-Romeu P et al. Newly diagnosed diabetes mellitus as a risk factor for serious liver disease. *CMAJ* 2010; 182(11): E526-E531. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.092144>.

16. Vanni E, Marengo A, Mezzabotta L et al. Systemic Complications of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: When the Liver Is Not an Innocent Bystander. *Semin Liver Dis* 2015; 35(3): 236–249. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1562944>.

17. Bugianesi E, McCullough AJ, Marchesini G. Insulin resistance: A metabolic pathway to chronic liver disease. *Hepatology* 2005; 42(5): 987–1000. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hep.20920>.

18. Aljada A, Mousa SA. Metformin and neoplasia: Implications and indications. *Pharmacol Ther* 2012; 133(1): 108–115. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pharmthera.2011.09.004>.

## Schéma 3 | Perspektívne ciele liečby



19. Zhang P, Li H, Tan X et al. Association of metformin use with cancer incidence and mortality: A meta-analysis. *Cancer Epidemiol* 2013; 37(3): 207–218. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.canep.2012.12.009>>.
20. Chen H-P, Shieh J-J, Chang CC et al. Metformin decreases hepatocellular carcinoma risk in a dose-dependent manner: population-based and in vitro studies. *Gut* 2013; 62(4): 606–615. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2011-301708>>.
21. Singh S, Singh PP, Singh AG et al. Statins Are Associated With a Reduced Risk of Hepatocellular Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Gastroenterology* 2013; 144(2): 323–332. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2012.10.005>>.
22. Calle EE, Rodríguez C, Walker-Thurmond K et al. Overweight, Obesity, and Mortality from Cancer in a Prospectively Studied Cohort of U.S. Adults. *N Engl J Med* 2003; 348(17): 1625–1638. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa021423>>.
23. Kotronou A, Westerbacka J, Bergholm R et al. Liver Fat in the Metabolic Syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92(9): 3490–3497. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1210/jc.2007-0482>>.
24. Janičko M, Veselíný E, Orenčák R et al. Redefining the alanine aminotransferase upper limit of normal improves the prediction of metabolic syndrome risk. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2015; 27(4): 405–411. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1097/MEG.0000000000000297>>.
25. Balkau B, Lange C, Vol S et al. Nine-year incident diabetes is predicted by fatty liver indices: the French D.E.S.I.R. study. *BMC Gastroenterol* 2010; 10(1): 56. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1186/1471-230X-10-56>>.
26. Ryysy L, Häkkinen AM, Goto T et al. Hepatic fat content and insulin action on free fatty acids and glucose metabolism rather than insulin absorption are associated with insulin requirements during insulin therapy in type 2 diabetic patients. *Diabetes* 2000; 49(5): 749–758. Dostupné z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10905483>>.
27. de Marco R, Locatelli F, Zoppini G et al. Cause-specific mortality in type 2 diabetes. The Verona Diabetes Study. *Diabetes Care* 1999; 22(5): 756–761. Dostupné z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10332677>.
28. Dumith SC, Hallal PC, Reis RS et al. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. *Prev Med* 2011; 53(1–2): 24–28. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.02.017>>.
29. Sullivan S, Kirk EP, Mittendorfer B et al. Randomized trial of exercise effect on intrahepatic triglyceride content and lipid kinetics in nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology* 2012; 55(6): 1738–1745. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.25548>>.
30. Keating SE, Hackett DA, George J et al. Exercise and non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *J Hepatol* 2012; 57(1): 157–166. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2012.02.023>>.
31. Oh S, Shida T, Yamagishi K et al. Moderate to vigorous physical activity volume is an important factor for managing nonalcoholic fatty liver disease: A retrospective study. *Hepatology* 2015; 61(4): 1205–1215. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.27544>>.
32. Rác M, Skladaný L, Szulc A et al. Inactivity and fatty liver disease. *Journal of Education Health and Sport* 2016; 6(13): 200–210. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.248873>>.
33. Adams LA, Anstee QM. A fatty liver leads to a broken heart? *J Hepatol* 2016; 65(1): 14–16. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2016.03.012>>.
34. Vanni E, Marengo A, Mezzabotta L et al. Systemic Complications of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: When the Liver Is Not an Innocent Bystander. *Semin Liver Dis* 2015; 35(3): 236–249. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1562944>>.
35. Sookoian S, Pirola CJ. Non-alcoholic fatty liver disease is strongly associated with carotid atherosclerosis: A systematic review. *J Hepatol* 2008; 49(4): 600–607. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2008.06.012>>.
36. Sung KC, Wild SH, Kwag HJ et al. Fatty Liver, Insulin Resistance, and Features of Metabolic Syndrome: Relationships with coronary artery calcium in 10,153 people. *Diabetes Care* 2012; 35(11): 2359–2364. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.2337/dc12-0515>>.
37. Goland S, Shimoni S, Zornitzki T et al. Cardiac Abnormalities as a New Manifestation of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Echocardiographic and Tissue Doppler Imaging Assessment. *J Clin Gastroenterol* 2006; 40(10): 949–955. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1097/01.mcg.0000225668.53673.e6>>.
38. Hallsworth K, Hollingsworth KG, Thoma C et al. Cardiac structure and function are altered in adults with non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol* 2013; 58(4): 757–762. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2012.11.015>>.
39. Oni ET, Agatston AS, Blaha MJ et al. A systematic review: Burden and severity of subclinical cardiovascular disease among those with nonalcoholic fatty liver; Should we care? *Atherosclerosis* 2013; 230(2): 258–267. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.07.052>>.
40. Targher G, Bertolini L, Padovani R et al. Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Its Association With Cardiovascular Disease Among Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Care* 2007; 30(5): 1212–1218. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.2337/dc06-2247>>.
41. Sanyal A, Poklepovic A, Moynour E et al. Population-based risk factors and resource utilization for HCC: US perspective. *Curr Med Res Opin* 2010; 26(9): 2183–2191. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1185/03007995.2010.506375>>.
42. Hashimoto E, Yatsuji S, Tobarí M et al. Hepatocellular carcinoma in patients with nonalcoholic steatohepatitis. *J Gastroenterol* 2009; 44(Suppl 19): S89–S95. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00535-008-2262-x>>.
43. Rác M, Koller T, Jarčuška P et al. Nonalcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) and Hepatocellular Carcinoma (HCC): Single Centre Experience. *Inflamm Intest Dis* 2017; 2: 55. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1159/000478719>>.
44. El-Serag HB, Rudolph KL. Hepatocellular Carcinoma: Epidemiology and Molecular Carcinogenesis. *Gastroenterology* 2007; 132(7): 2557–2576. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2007.04.061>>.
45. He G, Yu G-Y, Temkin V et al. Hepatocyte IKK $\beta$ /NF- $\kappa$ B Inhibits Tumor Promotion and Progression by Preventing Oxidative Stress-Driven STAT3 Activation. *Cancer Cell* 2010; 17(3): 286–297. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ccr.2009.12.048>>.
46. Beyoğlu D, Idle JR. The metabolomic window into hepatobiliary disease. *J Hepatol* 2013; 59(4): 842–858. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2013.05.030>>.
47. Harrison SA, Fecht W, Brunt EM et al. Orlistat for overweight subjects with nonalcoholic steatohepatitis: A randomized, prospective trial. *Hepatology* 2009; 49(1): 80–86. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.22575>>.
48. Hannah WN, Harrison SA. Effect of Weight Loss, Diet, Exercise, and Bariatric Surgery on Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Clin Liver Dis* 2016; 20(2): 339–350. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cld.2015.10.008>>.
49. Ekstedt M, Hagström H, Nasr P et al. Fibrosis stage is the strongest predictor for disease-specific mortality in NAFLD after up to 33 years of follow-up. *Hepatology* 2015; 61(5): 1547–1554. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.27368>>.
50. Bedossa P. [FLIP Pathology Consortium]. Utility and appropriateness of the fatty liver inhibition of progression (FLIP) algorithm and steatosis, activity, and fibrosis (SAF) score in the evaluation of biopsies of nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology* 2014; 60(2): 565–575. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.27173>>.
51. Adams LA, Lymp JF, St. Sauver J et al. The Natural History of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Population-Based Cohort Study. *Gastroenterology* 2005; 129(1): 113–121. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2005.04.014>>.
52. Neuschwander-Tetri BA. Hepatic lipotoxicity and the pathogenesis of nonalcoholic steatohepatitis: The central role of nontriglyceride fatty acid metabolites. *Hepatology* 2010; 52(2): 774–788. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/hep.23719>>.
53. Peverill W, Powell L, Skoien R. Evolving Concepts in the Pathogenesis of NASH: Beyond Steatosis and Inflammation. *Int J Mol Sci* 2014; 15(5): 8591–8638. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.3390/ijms15058591>>.