

sem plazmatické hladiny vitamínu C. Autoři studie uveřejněné v roce 2021 doporučují pro detailnější určení saturace organismu vitamínem C rozlišovat následující pásma plazmatických hladin vitamínu C: **deficit** (pod 11  $\mu\text{mol/l}$ ), pásmo **hypovitaminózy** (11 až 29  $\mu\text{mol/l}$ ), pásmo **neadekvátní hladiny** (30 až 49  $\mu\text{mol/l}$ ), pásmo **adekvátní hladiny** (50 až 69  $\mu\text{mol/l}$ ) a pásmo **plné saturace** (od 70  $\mu\text{mol/l}$  výše). Oproti dříve užívaným hranicím plazmatické hladiny vitamínu C je především výše posunuta hranice adekvátní hladiny a byla nově (na základě novějších výzkumů potřeb vitamínu C pro lidský organismus) definována hladina odpovídající plné saturaci organismu (18). Toto nové vymezení hranic bylo navrženo podle pravidel americké iniciativy zaměřené na zdravou výživu (Nutrition and Healthy Eating, Healthy People 2030). Nedostatečná plazmatická hladina vitamínu C (deficit, hypovitaminóza, neadekvátní hladina) je podle této studie koncentrace do 49  $\mu\text{mol/l}$ . Studie ukázala, že ve zkoumané populaci se plná saturace vyskytovala pouze u necelé pětiny jedinců mužského a u přibližně třetiny ženského pohlaví.

Deficit vitamínu C v dětském věku se vyskytuje často i ve vyspělých zemích, například kvůli restriktivním stravovacím návykům nebo dalším příčinám. Počáteční příznaky deficitu jsou různorodé a nespecifické (podrážděnost, únava) a tyto mohou být snadno přehlédnuty nebo nesprávně interpretovány, což oddaluje diagnózu a následnou léčbu. K časným projevům deficitu vitamínu C patří například letargie, zmatenost a podrážděnost. Jak deficit postupuje, mohou se objevovat další příznaky. Jak ukázaly průzkumy hladin vitamínu C, například studie NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), provedená v letech 2003–2004 v USA, hladina pod 28  $\mu\text{mol/l}$  se vyskytuje u téměř 20 % dětí a dospívajících ve věkové skupině 6–19 let (19). Významná část dětí a dospívajících trpí hypovitaminózou, a proto je ohrožena negativními důsledky nedostatku vitamínu C v oblasti CNS. V některých zemích je situace ještě horší: výzkum provedený u brazilských gravidních žen ukázal 40% výskyt deficitu u kuřaček a 27 % u nekuřaček, tento deficit se

projevil i u jejich dětí. Těžký deficit se vyskytuje u 30 % mexických dětí ve věku 0–2 let, s průměrnou prevalencí 23 % u dětí do 12 let (20). Prevalence nízkých hladin vitamínu C se zvyšuje v rodinách s nižším socioekonomickým statusem a je spojena s rizikovými faktory, jako je kouření a obezita. Sníženou saturací vitamínem C jsou ohroženy například hospitalizované děti; k poklesu saturace přispívají onemocnění i podávaná léčba. Potvrdil to i výzkum saturace vitamínem C u českých hospitalizovaných dětí (především pro zánětlivá onemocnění dýchacích cest, gastrointestinálního traktu a ledvin). Ke stanovení saturace byla použita orientační metoda stanovení hladiny askorbátu v moči (viz níže). Výsledky ukázaly, že přibližně tři čtvrtiny vyšetřovaných dětí měly sníženou saturaci organismu vitamínem C (21).

### Detekce deficitu – orientační metoda

Pro účely racionálního dávkování suplementace vitamínem C je vhodné mít orientační informaci o individuální saturaci organismu. Stanovení hladiny vitamínu v séru kapalinovou chromatografií je náročné na přístrojové vybavení a u nás se běžně neprovádí. Pro orientační stanovení saturace organismu je vhodným vodítkem orientační metoda stanovení koncentrace askorbátu v moči, která je u nás dostupná ve formě indikátorových proužků Uro C Kontrol (InPharm, ČR). Metoda je založena na principu indikátoru, který mění barevný odstín úměrně hladině vitamínu C; odstín se porovná s barevnou stupnicí. Hladina vitamínu C v moči podává orientační informaci o saturaci organismu. Na základě této informace lze dávkovat potřebnou suplementaci.

### Formy suplementace vitamínu C

Jak ukázaly uvedené studie, výskyt nedostatečného zásobení organismu vitamínem C je velmi rozšířený. Obecná pravidla ohledně doporučených denních dávek (do věku 4 měsíců 50 mg, od 4 do 12 měsíců 55 mg, od 1 do 4 let 60 mg, 4–7 let 70 mg, 7–10 let 80 mg, 10–13 let 90 mg, od 13 let 100 mg, u dospělých 100 mg, u gravidních 110 mg, u kojících žen 150 mg) neberou v úvahu častý výskyt deficitu vitamínu C ve všech věkových sku-

pinách, ani další faktory, které snižují hladiny vitamínu: dospívání, neprospívání, nechutenství, zánětlivé a infekční choroby. Vhodným řešením pro zjištění individuální potřeby vitamínu C je kontrola například zmíněnými detekčními proužky pro orientační stanovení koncentrace v moči.

Pokud jde o zdroje askorbátu, u kojených dětí je primárním zdrojem mateřské mléko (důležitý je adekvátní příjem vitamínu C matkou), u nekojených náhradní kojenecká výživa fortifikovaná vitamínem C. U školních dětí, dospívajících a dospělých by měly být primárními zdroji ovoce a zelenina v syrovém stavu; vzhledem ke kolísajícímu obsahu vitamínu C může být (na základě orientačního stanovení individuální saturace) pestrá strava doplňována suplementací vhodných doplňků stravy. Vstřebávání běžných perorálních forem vitamínu C je omezeno kapacitou střevních transportních molekul. Při zvýšené potřebě askorbátu, například při zvýšené psychické či fyzické zátěži, v průběhu onemocnění či rekonvalescence je výhodným řešením podávání liposomální formy vitamínu C. Ta se vstřebává odlišným mechanismem (prostřednictvím Peyerových plátů a enterocytů, z nichž je vitamin transportován lymfatickým systémem). Oproti běžným perorálním formám tento mechanismus umožňuje dosažení podstatně vyšší biologické dostupnosti pro buňky, včetně imunitních a nervových, které pro plnění své funkce potřebují relativně vysoké koncentrace askorbátu. Pro úplnost je třeba zmínit i možnost suplementace chybějícího vitamínu C intravenózní aplikací dávek v řádu gramů u skorbutických stavů. Výhodou je rychlé navýšení plazmatické hladiny askorbátu. S touto metodou jsou zkušenosti především u dospělých v rámci léčby stavů spojených s velkým oxidačním stresem, například sepse či septického šoku (22).

### Závěr

Vitamin C má zásadní význam pro vývoj a fyziologickou funkci CNS. Nedostatek vitamínu C v průběhu prenatalního i postnatalního vývoje dítěte může vést ke strukturálním změnám a funkčním poruchám v mozku. Tyto účinky nemusí být okamžitě zjevné, ale mohou se projevit později. Ani dlouhodobě