

v potaz, že k jejímu urychlení dochází s nejméně 1–2denním zpožděním od počátku nemoci, např. u bakteriálního zánětu až po vzestupu teploty a/nebo počtu leukocytů. Opakované vyšetření SE přispívá k hodnocení vývoje již dříve rozpoznávaného stavu, tj. příznivé léčebné reakce, nebo naopak její absence či progresu nemoci (7, 8). Normální hodnota SE není sama o sobě indikátorem zdraví a přítomnost nemoci zcela nevylučuje, není proto vhodným a spolehlivým screeningovým testem u klinicky bezpříznakových jedinců. Potřebnost SE v současné klinické praxi byla některými autory pro relativní necitlivost a nespecificitu opakovaně zpochybněna a do značné míry nahrazena vyšetřením hladiny CRP, případně prokalcitoninu (PCT) v séru. Přes uvedené výhrady a dobrou dostupnost přesnějších a specifitějších laboratorních testů je vyšetření SE i v současnosti přínosnou součástí diagnostické praxe.

## Způsob vyšetření

**Standardní klasická metoda:** Odběr krve na vyšetření SE ze žíly nevyžaduje zvláštní přípravu a provádí se vždy nalačno, neboť zejména po tučném jídle může dojít k urychlení sedimentační rychlosti. Odebírá se 1,6 ml krve do suché zkumavky s 0,4 ml Na-citrátu a následně nasaje při pokojové teplotě ~ 20 °C do skleněné, kalibrované, 20 cm dlouhé a 2,5 mm široké sedimentační pipety (Westergrenova pipeta) svisle umístěné ve stojanu. Po 1 hod. (historicky i po 2 hod.) se provádí odečet rychlosti SE podle úrovně horní hranice sloupce erytrocytů oddělených v důsledku gravitace proti plazmě (1, 3, 9). V procesu SE lze rozpoznat 3 fáze: v 1. penízkatění (tvorba „rouleaux“), v 2. usazování agregátů červených krvinek a v konečné, tj. ve 3. fázi zpomalení rychlosti sedimentace v důsledku natlačení agregátů erytrocytů na dno sedimentační trubice („packing stage“). Přesnost určení horní hranice sloupce usazených erytrocytů může znesnadnit příliš ikterický a/nebo růžový vzorek v důsledku ikteru nebo přítomnosti volného hemoglobinu v rámci význačné intravaskulární hemolýzy (7). V případě pochybnosti o správnosti prvního měření je možno celé vyšetření zopakovat. Tato zavedená, referenční metoda měření rychlosti SE a její validace přijatá za „zlatý standard“ ICSH (International Committee for Standardization in Haematology) vychází z postupu popsáného již v roce 1921 Westergrenem (9, 10, 11). V případě použití modifikované metody založené na sklonu trubice 45° se provádí odečet již za 7 minut, případně i za další 3 minuty.

**Chyby v preanalytické a analytické fázi vyšetření SE:** Při měření je nutná prevence interferujících faktorů vedoucích k urychlení SE, tj. sezónně vyšší pokojová teplota, ostrý sluneční svit, přítomnost okolní vibrace, šikmá poloha a neúplná náplň sedimentační kapiláry, vadná diluce aj. Ke zpomalení SE dochází naopak v důsledku nízké pokojové teploty, vzduchových bublin v kapiláře a více nežli 2 hod. časového odstupu mezi odběrem a instalací krve do sedimentační trubice vedoucí k vývinu sféroidních erytrocytů a částečnému srážení krve omezujícímu vývin „rouleaux“ erytrocytů aj. (12, 13).

**Novější metody:** Jsou založeny na centrifugaci a použití specializovaných automatických zařízení (7). V některých laboratořích je preferován automatizovaný sterilní bezpečnostní vakuový systém, používající uzavřenou vakuovou pipetu s preparační dávkou citrátu zkracující vyšetření a snižující biologické riziko pro vyšetřující (14, 15).

Některé laboratoře používají metodu „stopped flow“ („zastavení průtoků“), při níž se v nesrážlivé venózní krvi s EDTA měří kinetika první fáze sedimentace erytrocytů, tj. jejich agregace („rouleaux“) v prvních 20 sekundách, a s pomocí matematického modelu je vypočtena rychlost SE v mm/1 hod. (16). Použití automatizovaných technik vede ke zrychlení vyšetření, vyšší laboratorní bezpečnosti a ke zlepšení reproduktibility výsledků, referenční hodnoty SE se ovšem od zavedené klasické FW metody podstatně liší (17). Z dříve vypracovaných metod se v současnosti ve velmi omezené míře používá pouze méně citlivá metoda dle Wintrobea, používající užší, 100 mm dlouhou sedimentační kapiláru (18), nikoliv ale již např. metoda Linzenmeierova a Cutlerova.

**Referenční hodnoty klasického FW testu (podle R. S. Fahrause a A. V. Westergrena):** U zdravého člověka je rychlost sedimentace erytrocytů v nesrážlivé krvi pozvolná a konstantní. Ve věku < 50 let: muži 3–8 (≤ 15); ženy 6–11 (≤ 20) mm/hod.; > 50 let: za ještě normální je u mužů považována hodnota SE ≤ 20 a u žen ≤ 30 mm/hod. (2, 19).

K výpočtu horní hranice normálního rozmezí SE lze použít vzorec respektující vyšší SE u žen a v seniorském věku: muži = věk : 2; ženy = (věk + 10) : 2 (1, 19, 20). Příčinou rychlejší SE u žen je přirozeně nižší počet červených krvinek a vyšší koncentrace fibrinogenu v krvi, což ale platí především pro těhotenství. Lehké urychlení SE je fyziologicky přítomno v premenstruu, v případě hormonální antikoncepce a od 4. týdne gravidity. Rychlost SE < 3 mm/hod. je abnormální, zatímco hodnota SE > 100 mm/hod. je obvykle podmíněna přítomností aktivní, závažné nemoci.

## Příčiny vedoucí ke změně rychlosti SE

Rychlost SE není důsledkem změny jednoho markeru, ale komplexní ukazatel shrnující uplatnění a vzájemnou interakci stále se měnících „humorálních“ faktorů a „korpuskulárních“ komponent v důsledku nemoci (7).

## Urychlení sedimentace erytrocytů

**„Humorální“ složka urychlení SE:** Na změně viskozity krve se stěžejním způsobem podílí zvýšená koncentrace fibrinogenu v krvi, změna hladiny imunoglobulinů (více IgM nežli IgG) a přítomnost monoklonálního imunoglobulinu (Mlg) v séru. K participujícím faktorům patří vzestup hladiny CRP (syntéza v játrech závisí na reakci interferonu, IL-6, IL-1 a TNF-α, tumory-α nekrotizujícího faktoru), RAF, např. haptoglobinu, protrombinu, plazminogenu, α1-antitrypsinu, antagonisty IL-1R, hepcidinu, feritinu, PCT a dílčích složek komplementu v séru, k nimž dochází v průběhu různých chorobných, zejména zánětlivých stavů (1, 7).

**„Korpuskulární“ komponenty urychlení SE:** sedimentační rychlost závisí především na velikosti sedimentujících částic. Tato „nezánětlivá“ příčina urychlené SE zahrnuje snížení počtu (anémie) a změnu velikosti erytrocytů (makrocytóza), zejména ale jejich sklon ke shlukování, neboť válcovité aglomeráty červených krvinek se v procesu „rouleaux“ stávají těžšími a sedimentují rychleji nežli samotné erytrocyty (1, 3, 7, 8, 12). U zdravého člověka je SE stálá a pomalá, neboť erytrocyty se spojují v pouze malé shluky, zatímco u chorobných stavů dochází k urychlení SE v důsledku tvorby větších a početných, rychle sedimentujících agregátů.