

## PÕLEVKIVI TOKSILISEST TOIMEST KUDEDELE

V. KUNG,

meditsiiniteaduste kandidaat

Tööstuslikud tolmu erinevad üksteisest oma toimelt organismile. On rohkeid andmeid, mis näitavad, et sissehingatud tolmu põhjustatud kopsu-  
muutuste iseloom ja tugevus sõltuvad rea kaastegurite kõrval eeskätt tolmu-  
liigi patogeensusest.

Tööstusliku tolmu patogeenne toime organismile on tihedalt seotud  
tolmuosakeste füüsikaliste ja keemilis-toksiliste omadustega, mis erinevate  
tolmu osakeste puhul näitavad tunduvalt erinevusi. Tolmuosakesed, sattudes  
kokkupuutesse rakuliste elementidega, avaldavad viimastele ja kogu orga-  
nismile kui tervikule ärritavat toimet. Organismi vastusreaktsioonide najal,  
mis kujunevad tolmu kui väliskeskkonna faktori ärritusele, võib teha järeldusi  
mitmesuguste tolmu patogeensuse kohta.

Kopsus ladestunud tööstusliku tolmu poolt põhjustatud kopsumuutuste  
uurimine annab ainult osalisi andmeid tolmu patogeensete omaduste kohta.  
Kopsumuutuste kõrval jälgitakse tänapäeval tolmu tervistkahjustavate  
omaduste selgitamisel ka neid morfoloogiliselt avalduvaid koereaktsioone,  
mis kujunevad tolmu viimisel mujale organismi, nagu naha alla, kõhukoo-  
passe jne.

I. Peissahhovitš ning E. Gotlib.<sup>(2)</sup>, kes viisid katseloomadele naha alla  
mitmesuguseid tolmulikke, täheldasid erinevusi koereaktsioonide tugevuses.  
M. Kitajev<sup>(1)</sup> süstis merisigadele naha alla ränihappe kolloidset lahust ja  
leidis süsteipiirkonnas nekrootilisi muutusi. Lihaskiudude muutustest mainib  
M. Kitajev atroofiat ja vahajat nekroosi.

Nagu nähtub Gye' ning Kettle'i<sup>(3)</sup> katsetest, põhjustab nahaaluse side-  
koe nekroosi nii ränihappe kolloidne lahust, kui ka kristalne ränihape  
(kvarts). Samade autorite järgi ei põhjustanud süsi ümbritsevas koes tuge-  
vaid reaktsioone, mida autorid seletavad söe lahustumatusega.

Põlevkivitolmu patogeenset toimet organismile ei ole vajalikul määral  
uuritud. Käesolevas töös võeti põlevkivitolmu patogeensete omaduste sel-  
gitamisel vaatluse alla koereaktsioonid, mis kujunesid lihaskoesse ja naha-  
alusesse sidekoesse süstimise teel viidud põlevkivitolmu toimel. Katseloo-  
madena kasutati merisigu, kelle kudedesse viidi steriilseid füsioloogilises  
keedusoolalahuses valmistatud tolmususpensioone. Põlevkivitolmu toimet  
kudedele võrreldi mõnede teiste ainete toimega. Võrdlusrühmades kasutati  
tolmususpensioone, mis valmistati kvartsist, kivisöest, rikastatud põlev-  
kivist, talgist ja paest. Ühes võrdlusrühmas teostati analoogilised katsed  
vedela parafiiniga.

Kõikides rühmades teostati merisigadele paralleelselt 2 süstet — üks lihaskoesse ja teine nahaalusesse sidekoesse. Lihaskoesse süstitud tolmususpensiooni kogus oli 0,5 ml, sisaldades 40 mg tolmu. Nahaalusesse sidekoesse viidi 0,75 ml suspensiooni, mis sisaldas 60 mg tolmu. Vedela paraafiini süstekogused vastasid süstitud tolmususpensiooni kogustele. Katseloomad, keda oli arvult 46, surmati 3, 10 või 40 päeva möödumisel süstimise teostamisest. Histoloogilised lõigud, mida valmistati tselloidiini sisestatud materjalist, värviti hematoksüliini-eosiiniga ja van Gieson'i järgi.

Tolmukollete ümbruses kujunevatest koereaktsioonidest äratasid suuremat tähelepanu lihaskoe muutused. Tolmususpensioonide lihasesisene süstimine osutus tolmuliikide patogeensete omaduste selgitamiseks palju tundlikumaks katseks kui süsted nahaalusesse sidekoesse. Morfoloogiliselt täheleandav rakkude kahjustumine tolmu patogeensusest avaldus lihaskoes selgemini kui sidekoes. Koe kahjustusele järgnenud reparatiivsed protsessid avaldasid seevastu intensiivsemalt sidekoes. Et meie ülesandeks oli selgitada põlvkivitolmu toksilisust kudede, siis peatume allpool ainult lihaskoel, kus tolmu toksilisele toimele osutav morfoloogiline leid oli paremini jälgitav.

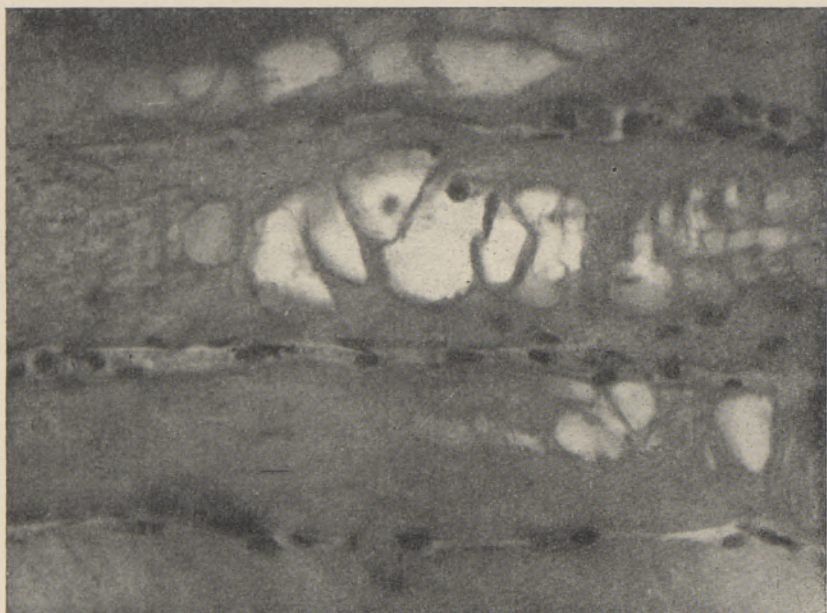
Vöötlihakoe kahjustus põlvkivitolmu kollete lähemas ümbruses avaldus lihaskiudude ebaühtlase paisumises, osalises või täielikus homogeniseerumises (vöötsuse kadumises) ja eosiiniga erinevalt värvumises. Paiguti ületas mõne paisunud lihaskiu läbimõõt kuni kahekordselt normaalse lihaskiu läbimõõdu. Tugevamini kahjustatud lihaskiududel võis näha fragmenteerumist korrapäratuteks pankadeks. Osa tursunud lihaskiududes või nende fragmentides esines mitmesuguse suurusega vakuole, osa lihaskiududes või nende fragmentides — laostumist struktuurituks teraliseks massiks (joon. 1 ja 2). Jämedad homogeniseerunud lihaskiud koos pankadeks fragmenteerunud osadega meenusid vöötlilise vahaja nekroosi pilti. Kirjeldataud lihaskiudude kahjustust leiti põlvkivitolmu kollete ümbruses nii lühema (3 päeva) kui ka pikema (40 päeva) kestusega katsetes. Pikemaajalise katse puhul suurenesid reparatiivsetele protsessidele osutavad muutused.

Võrdlusrühmades leiti ülalkirjeldataud lihaskiudude düstroofilisi ja nekrootilisi muutusi kvartsi, pae, talgi ja rikastatud põlvkivi puhul. Kvartsi- ja pae poolt põhjustatud lihaskiudude kahjustus oli ulatuslikum kui põlvkivitolmu poolt esilekutsutud muutused.

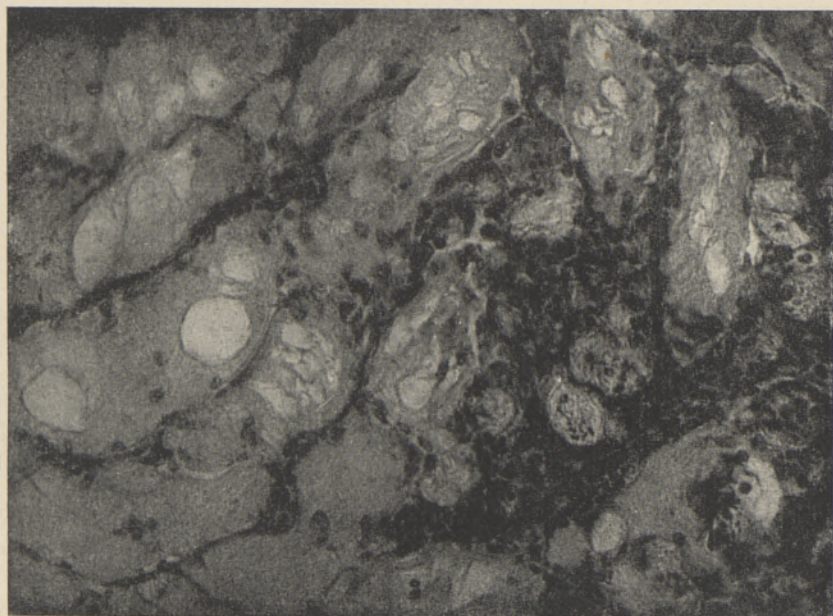
Paetolmust põhjustatud lihaskiudude kahjustust leiti 3 päeva kestnud katstes. Pikema kestusega katstes (40 p.) ei esinenud paetolmu süsteipiirkonna läheduses märgatavaid lihaskiudude muutusi. Võib arvata, et pae (kaltsiumkarbonaadi) suhteliselt hea lahustuvuse tõttu tekkis lühiajalises katstes lahusesse läinud aine selline kontsentratsioon, mis osutus lihaskiududele toksiliseks. Hiljem, kui lahustunud kaltsiumkarbonaadi kontsentratsioon lihaskoes tõenäoliselt langes, ei põhjustanud see märgatavaid lihaskiudude kahjustusi. Erinevalt paetolmust leiti vaba räni-dioksüüdi sisaldavate tolmu (kvartsi, põlvkivi) puhul lihaskiudude düstroofilisi muutusi ka pikema katsekestusega loomadel.

Suhteliselt nõrka lihaskiudude kahjustust esines talgitolmu puhul. Nähtavasti tuleb seda seletada talgi kui silikaadi aeglase lahustuvuse ja nõrga toksilisusega.

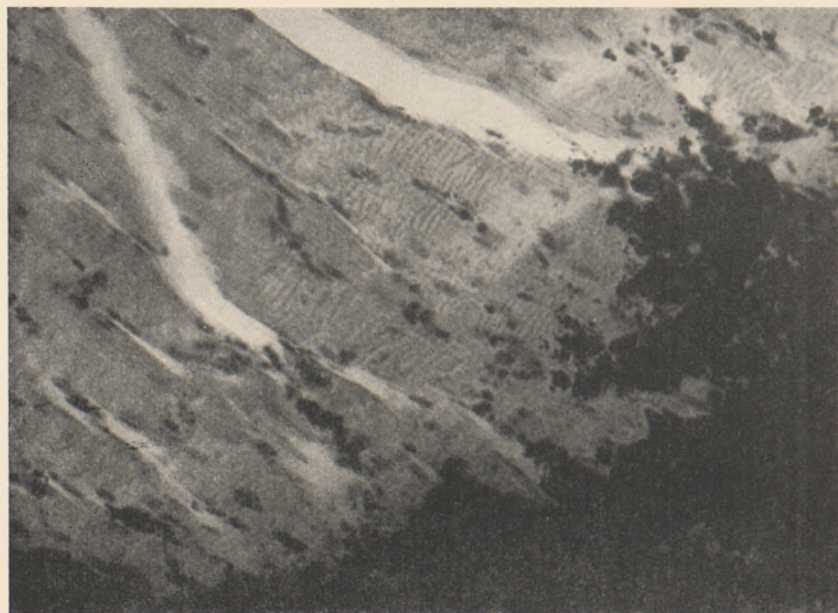
Lihaskiudude düstroofilised muutused olid rikastatud põlvkivist valmistatud tolmususpensiooni süstekoha ümber tunduvalt nõrgemad kui hariliku põlvkivi puhul. Lihaskiudude kahjustused avaldasid selgemini lühiajalises katstes. Pikema katsekestusega loomadel, kellele süstiti rikastatud põlvkivi tolmu, ei leitud tolmu kolde läheduses selgekujulisi lihaskiudude düstroofilisi muutusi,



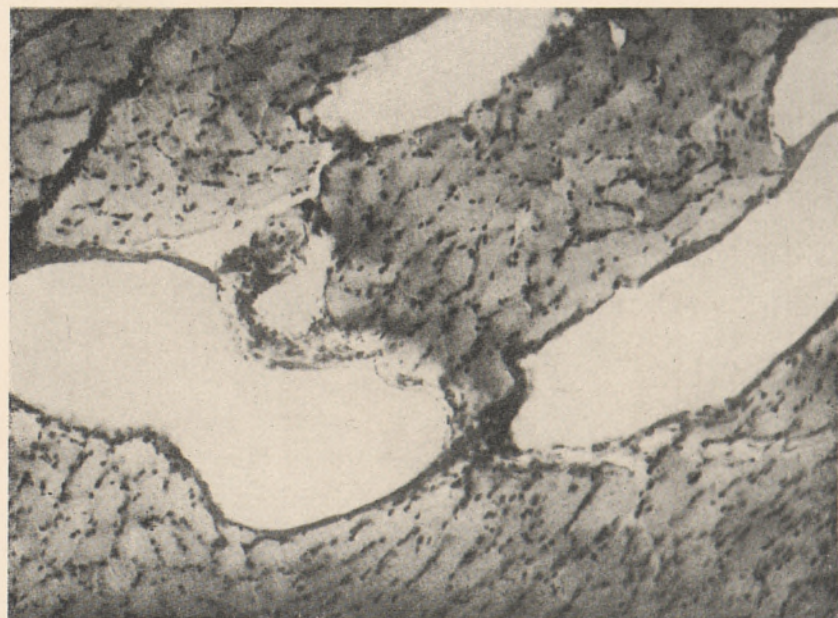
Joon. 1. Põlevkivitolmu keemilis-toksilisest toimest tursunud, vakuoliseerunud ja osalt laostunud võõtlihaskiud. Katse kestus 40 päeva.



Joon. 2. Tugevate kahjustustega lihaskiud põlevkivitolmu kolde läheduses. Katse kestus 40 päeva.



Joon. 3. Lihaskude kiviõetolmu kolde naabruses tolmu keemilis-toksilisele toimele osutavate muutusteta. Katse kestus 40 päeva.



Joon. 4. Parafiinitilgad lihaskoes, mille kiud on hästi säilinud. Katse kestus 10 päeva.

Erinevus rikastatud ja hariliku põlevkivi tolmu toksilise toime tugevuses sõltub nähtavasti nende erinevast keemilisest koostisest. Katsetes kasutatud hariliku põlevkivi sisaldas 37,9% orgaanilist ja 62,1% anorgaanilist ainet; vaba räni-dioksüüdi sisaldas põlevkivitolm 5,8%, seotud ja vaba räni-dioksüüdi üldhulk ulatus 14,8 protsendile. Rikastatud põlevkivitolmus oli orgaanilist ainet 81,1%, anorgaanilist ainet 18,9%. Vaba räni-dioksüüdi rikastatud põlevkivi ei sisaldanud, seotud räni-dioksüüdi hulk oli 5,7%. Toetudes esitatud keemilise koostise andmetele, võib arvata, et põlevkivitolmu patogeenne toime lihaskoele on seotud eeskätt põlevkivi mineraalse osaga. Põlevkivitolm, mis sisaldas rohkem anorgaanilist ainet, osutus lihaskoele toksilisemaks.

Keemilis-toksilisele toimele osutavaid lihaskiudude kahjustusi ei leitud kivisöetolmu kolde läheduses (joon. 3). Tolmukolde naabruses paiknevad lihaskiud olid ühtlase jämeduse ja hästinähtava vöötsusega. Küll esines tolmukoldesse jäänud lihaskiudude hävimist, mida tuleb seletada tolmu viimisel lihaskoesse tekkinud mehaanilise ehk traumaatilise kahjustusega. Tolmukoldesse jäänud lihaskiudude traumaatilist nekroosi esines ka teiste tolmuliikide puhul.

Parafiinilgad põhjustasid lihaskoe osade üksteisest eemale nihkumist, ilma et lihaskiududes oleks kujunenud düstroofiliste ja nekrootiliste muutuste tunnuseid (joon. 4). See on kooskõlas üldtuntud faktiga, et praktiliselt ei oma parafiin keemilist aktiivsust.

Meie võrdluskatsetes oli parafiin vajalik, et näidata lihaskoe düstroofiliste ja nekrootiliste muutuste puudumist keemiliselt inaktiivse aine läheduses. Parafiin põhjustas kudedes tavalise võõrkehareaktsiooni, mis kujuneb organismi vastusreaktsioonina võõrkeha ärritusele. Ka tolmukollete ümbruses võis näha koereaktsioone, mida põhjustavad võõrkehad. Võõrkehareaktsiooni kõrval täheldati kvartsi, talgi, pae ja põlevkivi puhul lihaskiudude düstroofilisi ja nekrootilisi muutusi, mis osutasid nende ainete keemilisele aktiivsusele.

Merisigadel teostatud võrdluskatsed näitavad, et lihaskoesse viidud põlevkivitolm avaldab mehaanilise ärrituse kõrval keemilis-toksilist toimet. Samuti võib katsetest järeldada, et põlevkivitolmus on komponente (keemilisi ühendeid), mis kudedes lahustuvad ja omavad bioloogilist aktiivsust. Põlevkivitolm osutus lihaskoele patogeensemaks kui kivisöetolm. Neid asjaolusid tuleb arvestada põlevkivitolmu patogeensuse hindamisel. Lähemat selgitamist vajab küsimus, millised põlevkivis esinevad keemilised ühendid etendavad peamist osa kudede keemilis-toksilisel kahjustamisel.

Käesolevate loomkatsete andmed on kooskõlas meie varajasemate uurimistega, mis näitasid, et sissehingatud põlevkivitolm ei ole organismile ohutu, vaid võib põhjustada pneumokoniootilisi (silikootilisi) muutusi. Tuleb silmas pidada, et kopsus arenevatel tolmust tingitud reaktiivsetel muutustel on omad iseärasused, mis ei kajastu lihas- või sidekoesse viidud tolmukollete puhul.

#### KIRJANDUS

1. Китаев М. И., Коллоидальная кремневая кислота как этиологический фактор силикоза. Советское здравоохранение Киргизии, 1953, № 2, стр. 30—35.
2. Пейсахович И. М. и Готлиб Э. С., Туберкулезная инфекция и тканевая реакция при введении пыли в коллоидных мешочках. Труды и материалы Украинского государственного института патологии и гигиены труда. Вып. 10. Пыль и пылевая патология. Харьков, 1930, стр. 132—154.
3. Gye and Kettle, цит. по Пейсаховичу и Готлибу (2).

## О ТОКСИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ПЫЛИ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ НА ТКАНИ

В. А. Кюнг,

кандидат медицинских наук

## Резюме

Нами изучались тканевые реакции на введение в мышечную ткань и подкожную клетчатку пыли горючих сланцев. В сравниваемых группах были применены взвеси пыли, изготовленные из кварца, каменного угля, обогащенного горючего сланца, талька и известняка. В одной из групп аналогичные опыты проводились с жидким парафином. Подопытные животные умерщвлялись по истечении 3, 10 или 40 дней после введения взвесей.

Из образовавшихся в окружности пылевых очагов тканевых реакций наибольшее внимание привлекли изменения в мышечной ткани. Морфологически наблюдаемое повреждение клеток от патогенности пылевых взвесей проявлялось в мышечной ткани яснее, нежели в подкожной клетчатке. Следовавшие вслед за повреждением ткани репаративные процессы проявлялись, напротив, интенсивнее в соединительной ткани.

Повреждение поперечнополосатой мышечной ткани в окружности очагов сланцевой пыли проявлялось в неравномерном набухании мышечных волокон, в частичной или полной гомогенизации. В более сильно поврежденных мышечных волокнах можно было наблюдать фрагментацию на неравномерные глыбки. В части набухших волокон или их отрывков наблюдались вакуоли различной величины или распад в зернистую бесструктурную массу.

В контрольных группах были найдены обозначенные выше дистрофические и некротические изменения мышечных волокон при воздействии пыли кварца, известняка, талька и обогащенного горючего сланца. Кварцевая пыль вызывала в мышечной ткани более сильные изменения, чем пыль горючих сланцев.

Изменения, указывающие на химикотоксическое поражение мышечных волокон, не были найдены у тех подопытных животных, которым в мышечную ткань вводили каменноугольную пыль или парафин. Так как изменения в мышечных волокнах при введении пыли обогащенных сланцев были выражены слабее, нежели при введении пыли обыкновенного горючего сланца, то можно полагать, что патогенное действие пыли горючих сланцев на мышечную ткань в первую очередь связано с минеральной частью горючих сланцев.

Проведенные сравнительные опыты показывают, что введенная в организм подкожно или внутримышечно сланцевая пыль, наряду с механическим раздражением, может оказать и химикотоксическое действие на ткани. Также можно заключить, что в сланцевой пыли имеются химические соединения, которые могут растворяться в тканях и оказывать на них биологически активное действие. Эти обстоятельства необходимо учитывать при оценке патогенности сланцевой пыли.

*Институт экспериментальной и клинической медицины  
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию  
13 XI 1956

## UBER DIE TOXISCHE WIRKUNG DES BRENNSCHIEFERSTAUBES AUF DAS GEWEBE

W. Küng

## Zusammenfassung

Es wurde die toxische Wirkung des Brennschieferstaubes tierexperimentell untersucht. Meerschweinchen erhielten Staubsuspensionen intramuskulär injiziert. Die Versuchstiere wurden nach 3, 10 und 40 Tagen getötet.

Nach der intramuskulären Injektion von Brennschieferstaub entwickelten sich in der Umgebung des Fremdkörpers degenerative und nekrotische Veränderungen der Muskelfasern. Beim Quarzstaub entstanden die schwersten Schädigungen des Muskelgewebes. Beim Talkstaub waren die Veränderungen weniger ausgeprägt. Versuche mit Kohlenstaub und Paraffinöl ergaben in der Umgebung des Fremdkörpers keine deutliche Schädigungen der Muskelfasern.

Die Versuche lassen den Schluss zu, dass die schädliche Wirkung des Brennschieferstaubes auf den Organismus eine physikalische (eine Fremdkörperreizung) und eine chemische (toxische) ist. Auch frühere Untersuchungen an Tieren und an Sektionsmaterial berechtigen uns nicht, den Brennschieferstaub als harmlos zu bezeichnen.

*Institut für experimentelle und klinische Medizin  
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*

Eingegangen  
am 13. Nov. 1956